

УДК 62–182.7: 575

ОЦЕНКА ГЕТЕРОЗИСА И ТИПА НАСЛЕДОВАНИЯ ДЛИНЫ ЗАМЫКАЮЩИХ КЛЕТОК УСТЬИЦ ГИБРИДОВ F_1 *TRITICUM AESTIVUM* L. В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Н.П. ЛАМАРИ, В.И. ФАЙТ

Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения

Украина, 65036, г. Одесса, Овидиопольская дорога, 3

e-mail: natalamari@rambler.ru

Цель. Цель данной работы – изучить наследование длины замыкающих клеток устьиц (ЗКУ) сортов и гибридов F_1 *Triticum aestivum* L. в полевых условиях. **Методы.** Используются полевые методы оценки, микроскопический анализ эпидермиса листа и методы биометрической генетики. **Результаты.** Условия меньшей влагообеспеченности способствовали уменьшению генетического варьирования длины ЗКУ на 38 % – у сортов, и на 8 % – у гибридов F_1 . Также в данных условиях зафиксированы максимальные значения степени доминирования меньшей (–33,5) и большей (29,2) длины клеток у гибридов. Максимальные значения гетерозиса выявлены в условиях большей влагообеспеченности. **Выводы.** Установлена преобладающая роль генетической составляющей в варьировании признака «длина замыкающих клеток» у сортов и гибридов F_1 . Отмечено влияние условий выращивания на направление и величину гетерозисных эффектов и степень доминирования изученного признака.

Ключевые слова: замыкающие клетки, гетерозис, степень доминирования, *Triticum aestivum* L.

Введение. Недостаточный адаптационный потенциал сортов к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды лимитирует получение высоких урожаев зерна пшеницы (*Triticum aestivum* L.) на территории Украины и в регионах северного Причерноморья в частности [1]. Литературные данные о взаимосвязи характеристик замыкающих клеток устьиц с влиянием различных факторов окружающей среды, таких, как повышенная концентрация CO_2 [2, 3], тепловой и солевой стрессы [4, 5], засуха [6], варьирование светового режима [7], а также грибковые заболевания [8] – свидетельствуют о возможности отбора генотипов с более высоким уровнем адаптивности. Настоящее исследование является попыткой проанализировать принципы наследования длины замыкающих клеток устьиц (ЗКУ), так как информация о генетической природе является основополагающей при разработке и обосновании рациональных генетических приемов создания сортов пшеницы с комплексом селекционно-ценных признаков. Поскольку изменчивость любого признака и его наследование определяется генотипом и условиями внешней среды, наибольшую ценность представляет информация, полученная в конкретной агроклиматической зоне, где проводится селекция [9]. Предварительные исследования показали, что сорта мягкой пшеницы существенно различаются по длине

© Н.П. ЛАМАРИ, В.И. ФАЙТ, 2014

ЗКУ [10], но наследование данного признака детально не исследовано. Отмечено частичное доминирование малого объема клеток листа при скрещивании двух линий кукурузы (*Zea mays* L.) [11] и преобладание промежуточного типа в наследовании длины замыкающих клеток устьиц у гибридов F_1 пшеницы (*Triticum aestivum* L.) [12].

Методы анализа в системе диаллельных скрещиваний позволяют провести разделение гетерозиса, возникшего в результате неаллельных взаимодействий, от гетерозиса, вызванного другими причинами. Накоплено большое количество данных, свидетельствующих о важной роли в проявлении гетерозиса взаимодействий генотипа со средой и наличии неаллельных взаимодействий [13]. Вместе с тем более высокие оценки доминирования, равно, как и присутствие неаллельного взаимодействия, не всегда сопровождаются более высоким истинным гетерозисом. Данное положение отмечалось во многих работах при изучении генетической детерминации гетерозиса у табака [14], ячменя [15], пшеницы [16] и других культур. В свою очередь, норма реакции генотипа на условия среды различна и зависит от способности каждого организма приспособляться к окружающей среде за счет изменений реакции генотипа, включающей адаптивный механизм. Поэтому целесообразно проанализировать это влияние с позиции стабильности генетических систем, контролирующих признак «длина ЗКУ» у пшеницы.

Материалы и методы

В качестве растительного материала для исследования использовали 21 гибрид F_1 , которые были получены в результате скрещивания по полу-диаллельной схеме 7 сортов пшеницы мягкой озимой: Безостая 1, Воронежская 85, Лузановка одесская, Мироновская 808, Одесская 16, Одесская красноколосая и Прима одес-

ская. Семена родительских форм и гибридов первого поколения высевали на одно-рядковых делянках (длина рядка 100 см) по 20 зерновок на рядок с площадью питания 30×5 см² рендомизированными блоками в трех повторениях в первой декаде октября 2011 и 2013 годов на экспериментальном участке отдела генетики СГИ-НЦСС. Для цитологического исследования использовали окулярный винтовой микрометр М4Б–1–15 с увеличением 15×20 . Измерение клеток проводили на средней части абаксиальной поверхности полностью сформировавшегося третьего листа согласно общепринятой методике [17]. Для анализа одного генотипа измеряли 90 замыкающих клеток у трех растений (по 30 клеток на каждое растение). Значимость различий определяли с использованием критерия Стьюдента и двухфакторного дисперсионного анализа [18].

Для характеристики типа наследования признака использовали степень доминирования h_p , значения которого могут варьировать от $+\infty$ до $-\infty$ [19]. О величине гетерозисных эффектов, а также о степени доминирования или депрессии признака у гибридов F_1 судили, исходя из расчетов по ниже приведенным формулам [20]:

$$Ht (\%) = (F_1 - MP) / MP \times 100, \quad (1)$$

$$Hbt (\%) = (F_1 - BP) / BP \times 100, \quad (2)$$

$$h_p = (F_1 - MP) / (BP - MP), \quad (3)$$

где Ht и Hbt – гипотетический и истинный гетерозис; F_1 , BP и MP – показатели средних величин гибрида F_1 , лучшей и обеих родительских форм, соответственно; h_p – степень доминирования. Расчет t -теста, основанного на определении статистической достоверности отличия средней гибрида F_1 от средней и лучшей родительской формы, соответственно, проводили по формулам [21]:

$$t_{ij} = F_{1ij} - MP_{ij} / \sqrt{3/2 \times r \times EMS}, \quad (4)$$

$$t_{ij} = F_{1ij} - BP_{ij} / \sqrt{2/r \times EMS}. \quad (5)$$

В приведенных формулах в числителе, взятая по абсолютной величине, разница средних арифметических гибрида (F_{ij}) и родительских форм (MP_{ij}), а также большей родительской формы (BP_{ij}) ij -ой комбинации скрещивания. В знаменателе: количество повторностей (r) и средняя квадратическая ошибка разницы, сокращённо EMS.

Для установления наличия взаимосвязи, как между варьированием показателей h_p , Ht и Hbt по годам, так и для выявления тесноты связи между данными показателями использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена. В качестве оценки эпистаза использовали значения коэффициента линейной регрессии (b) связи дисперсии V_r от ковариансы W_r семей r -того ряда диаллельной таблицы [22]. Достоверность отличия данного коэффициента от единицы позволяет предположить присутствие как комплементарного ($b_{V_r/W_r} > 1$), так и дупликатного ($b_{V_r/W_r} < 1$) типа эпистаза.

Результаты и обсуждение

Размах варьирования длины ЗКУ в изученном наборе сортов в 2011 года составил 15,1 мкм, а в условия меньшей влагообеспеченности 2013 года наблюдали некоторое его уменьшение до 9,4 мкм. Значения длины ЗКУ находились в пределах от 65,9 до 81,0 мкм и от 66,3 до 75,7

мкм – в первый и второй год изучения, соответственно (рис. 1).

Генотип сорта оказал достоверное влияние на варьирование признака “длина ЗКУ” (табл. 1). В тоже время влияние фактора «год вегетации» и взаимодействия факторов “генотип” и “год вегетации” выявлено не было.

Таблица 1. Двухфакторный дисперсионный анализ длины ЗКУ сортов и гибридов F_1 за 2011 и 2013 годы

Фактор	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{фактический}$	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
Набор сортов					
Год	1	15,2	1,3	4,20	7,64
Генотип	6	92,8	7,8	2,45	3,53
Год×Генотип	6	13,6	1,1	2,45	3,53
$\sigma_{остаточная}$	28	11,9			
Набор гибридов F_1					
Год	1	13,0	2,5	3,94	6,90
Генотип	20	32,3	6,3	1,68	2,06
Год×Генотип	20	8,7	1,7	1,68	2,06
$\sigma_{остаточная}$	84	5,1			

У отдельно взятых сортов не отмечено достоверных различий по исследованному признаку в зависимости от года изучения, за исключением сорта Одесская красноколосая. Длина ЗКУ последнего достоверно больше в 2011 по сравнению с

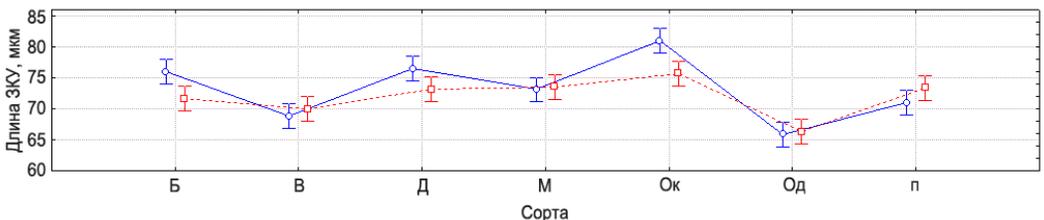


Рис. 1. Средние значения ($\bar{x} \pm S_x$) длины ЗКУ сортов по годам: — 2011; - - 2013 год; Б – Безостая 1, В – Воронежская 85, Л – Лузановка одесская, М – Мироновская 808, Ок – Одесская красноколосая, Од – Одесская 16 и П – Прима одесская

таковой в 2013 году ($t=3,6$; $t_{0,05}=2,78$, при $df=4$). Возможно, такие изменения по длине ЗКУ обусловлены какой-то специфической реакцией данного сорта на условия увлажнения. Количество осадков, составившее в 2011 году 61 мм, в четыре раза превысило таковые в 2013 году – 14 мм. В изученном наборе для сорта Одесская красноколосая характерны максимальные значения длины ЗКУ (81,0 и 75,7 мкм в 2011 и 2013 годах, соответственно), а для сорта Одесская 16 – минимальные (65,9 и 66,3 мкм в 2011 и 2013 годах, соответственно). В оба года изучения не выявлено значимых различий между сортами Воронежская 85 и Одесская 16 ($HCP_{0,05}=4,81$ и 4,52 мкм – 2011 и 2013 годах, соответственно). По признаку «длина ЗКУ» сорт Одесская красноколосая достоверно не отличался от сорта Лузановка одесская по результатам двух лет, а также от сортов: Безостая 1, Прима одесская, Мироновская 808 – в 2013 году. В тоже время в оба года изучения сорта Безостая 1, Лузановка одесская, Мироновская 808, Прима одесская и Одесская красноколосая достоверно превышали по длине ЗКУ мелко-клеточные сорта – Воронежская 85 и Одесская 16.

Варьирование средних значений гибридов F_1 в 2011 году, как и родительских форм, было более широким – от 69,2 мкм (Одесская16 × Прима одесская) до 80,4 мкм (Одесская красноколосая × Лузановка одесская), в сравнении с таковым в 2013 – от 67,7 мкм (Мироновская 808 × Одесская 16) до 78,0 мкм (Одесская красноколосая × Прима одесская) (рис. 2).

На варьирование длины ЗКУ гибридов F_1 , влияние фактора «генотип» и взаимодействия «год × генотип» было существенным (табл. 1). У большинства гибридов не удалось выявить значимых различий между значениями признака в 2011 и 2013 году, исключение составила комбинация скрещивания Одесская 16 × Прима одес-

ская ($t=3,25$; $t_{0,05}=2,78$). Минимальной длиной ЗКУ характеризовались гибриды F_1 , полученные от скрещивания трех сортов (Прима одесская, Мироновская 808, Безостая 1) в первый, и двух (Лузановка одесская и Мироновская 808) – во второй год с наиболее мелкоклеточным сортом Одесская 16. Среди гибридов F_1 с максимальной длиной ЗКУ преобладали те, у которых одним из родителей выступил сорт Одесская красноколосая. Так, в условиях 2011 года максимальным значением данного признака характеризовался гибрид, полученный от скрещивания наиболее крупноклеточных сортов Одесская красноколосая и Лузановка одесская ($HCP_{0,05}=2,19$). В условия 2013 года закономерность проявления данного признака у гибридов F_1 сохранилась. Вместе с тем максимально крупноклеточные гибриды ($HCP_{0,05}=2,25$) были получены от скрещивания сортов Мироновская 808, Прима одесская, Безостая 1 и Лузановка одесская, которые характеризовались максимальными значениями длины ЗКУ в условиях 2013 года.

На основании анализа значений степени доминирования h_p по длине ЗКУ, варьиравшие от -12,3 до 4,9 и от -33,5 до 29,2 в 2011 и 2013 году, соответственно, выявлены различные типы наследования (табл. 2).

В зависимости от года изучения преобладал определённый тип наследования.

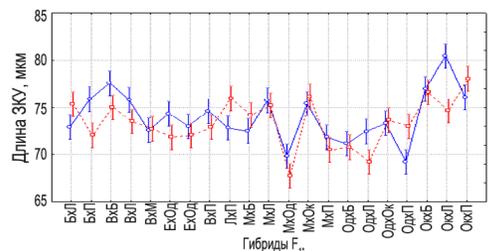


Рис. 2. Средние значения ($\bar{x} \pm S_x$) длины ЗКУ гибридов F_1 по годам; (расшифровку родителей гибридов F_1 и обозначения – см. рис. 1)

Доля комбинаций с промежуточным типом наследования, обусловленным аддитивными эффектами генов ($-0,5 \leq h_p \leq 0,5$), преваляровавшая в 2011 году (48 %), в 2013 – снизилась вдвое (24 %). Также претерпела изменения частота комбинаций с положительным сверхдоминированием ($h_p > 1$), которая с 14 % в первый год исследования увеличилась до 48 % – во второй. Доля гибридов F_1 с отрицательным сверхдоминированием ($h_p < -1$) не превысила 9 и 5 % – в 2011 и 2013 году, соответственно. Процент гибридов с положительным доминированием ($0,5 < h_p \leq 1$) – 24 и 18 % в первый и второй год, соответственно, преобладала над таковым отрицательным ($-0,5 > h_p \geq -1$). Последняя составляла 5 % в оба года исследований. Вместе с тем у четырех гибридов условия года изучения не оказывали влияния на тип наследования. В частности у гибридов F_1 Воронежская 85 × Одесская красноколосая и Одесская 16 × Лузановка одесская в оба года изучения отмечали промежуточное наследование, а F_1 Воронежская 85 × Одесская 16 и Воронежская 85 × Безостая 1 – положительное сверхдоминирование.

Показатель h_p свидетельствует о различных типах наследования у гибридов F_1 , но не отображает наличие или отсутствие статистически значимого, как гипотетического, так и истинного гетерозиса.

В генетических исследованиях гетерозис гипотетический (Ht) рассматривают как превышение значения гибрида над средним значением признака его родительских форм. В свою очередь, гетерозис истинный или «heterobeltiosis» (Hbt) характеризует более сильное проявление признака у F_1 по сравнению с лучшей родительской формой и позволяет судить о селекционной ценности гибрида.

По признаку «длина ЗКУ» достоверный гипотетический гетерозис (Ht) отмечен в шести и девяти комбинациях 2011 и 2013 годах, соответственно. Максимальный от-

рицательный и положительный Ht зафиксирован у гибридов: Безостая 1 × Лузановка одесская (-4,3 %) и Воронежская 85 × Одесская 16 (10,4 %) – в 2011 году, Мионовская 808 × Прима одесская (-4,1 %) и Воронежская × Безостая 1 (6,0 %) – в 2013 году. Положительный Ht в 2011 году наблюдался у пяти гибридов, у четырех из которых отцовской формой выступил мелкоклоточный сорт Воронежская 85.

Статистическая значимость показателей истинного гетерозиса (Hbt) отмечена в тринадцати и четырех комбинациях в первый и второй год исследований, соответственно. Показатели Hbt варьировали от -9,9 % (Воронежская 85 × Одесская красноколосая) до 8,1 % (Воронежская 85 × Одесская 16) и от -7,9 % (Мионовская 808 × Одесская 16) до 3,5 % (Лузановка одесская × Прима одесская). Отрицательный Hbt по признаку «длина ЗКУ» отличался большей стабильностью по годам исследования в сравнении с положительным Hbt. Так, отрицательный Hbt наблюдали повторно в 2013 в трех комбинациях скрещивания из четырех – выявленных в 2011 году.

Данными ряда авторов [23, 24] отмечено существование корреляционной зависимости между гетерозисом и неаллельными взаимодействиями. Проведено изучение роли эпистаза (в биометрической генетике – все неаллельные взаимодействия) в генетической детерминации гетерозиса по признаку «длина ЗКУ». Так в 2011 году коэффициент линейной регрессии ($b=1,01$) был достоверным ($t_{\phi}=5,54$; $t_{0,05}=2,57$), а график зависимости Wr от Vr не отличался значимо от линии единичного наклона ($t_{\phi}=-0,06$; $t_{0,05}=2,57$). Данные результаты свидетельствовали об отсутствии неаллельных взаимодействий в контроле признака «длина ЗКУ» в первый год проведения исследований. Во второй год изучения достоверный показатель коэффициента регрессии ($t_{\phi}=3,25$; $t_{0,05}=2,57$)

Таблица 2. Показатели гетерозиса и степени доминирования гибридов F₁ по признаку «длина ЗКУ»

Комбинация скрещивания ¹	Год	P ₁ , мкм	P ₂ , мкм	MP, мкм	F ₁ , мкм	Ht, %	Hbt, %	h _p
Б х Л	2011	75,9	76,5	76,2	72,9	-4,3**	-4,6*	-12,3
	2013	71,6	73,2	72,4	75,4	4,1**	3,0	3,9
Б х П	2011	75,9	70,9	73,4	75,9	3,3*	-0,1	1,0
	2013	71,6	73,4	72,5	72,0	-0,6	-1,8	-0,5
В х Б	2011	68,8	75,9	72,4	77,6	7,2**	2,2	1,5
	2013	69,9	71,6	70,7	75,0	6,0**	4,7*	5,0
В х Л	2011	68,8	76,5	72,6	75,8	4,4*	-0,9	0,8
	2013	69,9	73,2	71,5	73,5	2,7	0,4	1,2
В х М	2011	68,8	73,1	70,9	72,6	2,3	-0,7	0,8
	2013	69,9	73,5	71,7	72,7	1,4	-1,1	0,5
В х Од	2011	68,8	65,9	67,3	74,4	10,4**	8,1*	4,9
	2013	69,9	66,3	68,1	71,8	5,4*	2,7	2,0
В х Ок	2011	68,8	81,0	74,9	73,0	-2,5	-9,9**	-0,3
	2013	69,9	75,7	72,8	72,0	-1,1	-4,9**	-0,3
В х П	2011	68,8	70,9	69,9	74,6	6,8*	5,2*	4,4
	2013	69,9	73,4	71,6	72,9	1,7	-0,6	0,7
Л х П	2011	76,5	70,9	73,7	72,8	-1,2	-4,7*	-0,3
	2013	73,2	73,4	73,3	76,0	3,7*	3,6*	29,2
М х Б	2011	73,1	75,9	74,5	72,5	-2,7	-4,5*	-1,4
	2013	73,5	71,6	72,5	74,2	2,2*	0,9	1,7
М х Л	2011	73,1	76,5	74,8	75,7	1,3	-0,9	0,6
	2013	73,5	73,2	73,3	75,2	2,5	2,3	10,1
М х Од	2011	73,1	65,9	69,5	69,8	0,5	-4,5*	0,1
	2013	73,5	66,3	69,9	67,7	-3,2*	-7,9**	-0,6
М х Ок	2011	73,1	81,0	77,0	75,4	-2,1*	-6,9**	-0,4
	2013	73,5	75,7	74,6	76,1	2,0	0,6	1,4
М х П	2011	73,1	70,9	72,0	71,8	-0,3	-1,7	-0,2
	2013	73,5	73,4	73,4	70,5	-4,1*	-4,2*	-33,5
Од х Б	2011	65,9	75,9	70,9	71,2	0,3	-6,3**	0,0
	2013	66,3	71,6	68,9	70,8	2,6	-1,2	0,7
Од х Л	2011	65,9	76,5	71,2	72,5	1,8	-5,2*	0,2
	2013	66,3	73,2	69,7	69,2	-0,7	-5,4*	-0,1
Од х Ок	2011	65,9	81,0	73,4	73,3	-0,2	-9,5**	0,0
	2013	66,3	75,7	71,0	73,6	3,7**	-2,7*	0,6
Од х П	2011	65,9	70,9	68,4	69,2	1,2	-2,4	0,3
	2013	66,3	73,4	69,8	73,0	4,5*	-0,5	0,9
Ок х Б	2011	81,0	75,9	78,5	77,0	-1,9*	-5,0**	-0,6
	2013	75,7	71,6	73,6	76,6	4,0*	-1,2	1,4
Ок х Л	2011	81,0	76,5	78,7	80,5	2,2	-0,6	0,8
	2013	75,7	73,2	74,4	74,6	0,3	-1,4	0,2
Ок х П	2011	81,0	70,9	76,0	76,1	0,2	-6,0**	0,0
	2013	75,7	73,4	74,5	78,0	4,7**	-3,0	3,0

Примечания: ¹ – названия сортов см. рис. 1; * – достоверно при P≤0,05; ** – при P≤0,01.

был значимо меньше единицы ($b=0,41$), а отклонение графика зависимости Wr от Vr от линии единичного наклона ($t_{\phi}=4,75$; $t_{0,05}=2,57$) – существенным, что указывало на присутствие в генетическом контроле длины ЗКУ в условиях 2013 года эпистаза комплементарного типа. Наличие неаллельных взаимодействий, по-видимому, способствовало увеличению почти в два раза количества гибридов с достоверным гипотетическим гетерозисом по признаку «длина ЗКУ» в 2013 году в сравнении с таковым в 2011 году. Данный факт, вероятно, может быть подтверждением ранее высказанного тезиса о связи между высоким положительным гетерозисом и наличием неаллельного взаимодействия комплементарного типа [25].

Выводы

Анализ результатов двух лет исследования позволил установить преобладающую роль генетической составляющей в наследовании длины ЗКУ. Установили преобладание положительного доминирования в наследовании длины ЗКУ гибридов в условиях меньшей, а также промежуточного типа – в условиях большей влагообеспеченности. Уменьшение количества осадков способствовало увеличению доли гибридов с положительным гипотетическим гетерозисом и проявлению эпистаза комплементарного типа в генетическом контроле длины ЗКУ.

Список литературы

1. Товстоляг А.А. Производство зерна в Украине, сопутствующая инфраструктура экспорта зерна: среднесрочная перспектива развития [Электронный ресурс] // Международная выставка «Агрологистика», 29 мая 2013 г. – Одесса. – Режим доступа: <http://cfts.org.ua/analytics>
2. Nilson S.E., Assmann S.M. The control of transpiration. Insights from Arabidopsis // Plant Physiology. – 2007. – Vol. 143, № 1. – P. 19–27.
3. Gray J.E., Holroyd G.H., van der Lee F.M., Bahrami A.R., Woodward F.I., Schuch W., Hetherington A.M. The HIC signalling pathway

links CO₂ perception to stomatal development // Nature. – 2000. – Vol. 408, № 6813. – P. 713–716.

4. Beerling D.J., Chaloner W.G. The impact of atmospheric CO₂ and temperature change on stomatal density: observations from *Quercus robur* Lammad leaves // Annals of Botany. – 1993. – Vol. 71, № 3. – P. 231–235.
5. Zhao S., Chen W., Ma D., Zhao F. Influence of different salt level on stomatal character in rice leaves // Reclaiming and Rice Cultivation. – 2006. – № 6. – P. 26–29.
6. Galmés J., Flexas J., Savé R., Medrano H. Water relations and stomatal characteristics of Mediterranean plants with different growth forms and leaf habits: responses to water stress and recover // Plant Soil. – 2007. – Vol. 290, №1–2. – P. 139–155.
7. Харченко Н.А., Корчагин О.М., Заплетин В.Ю. Характеристика устьичного аппарата листьев сеянцев *Quercus robur* L. в связи с различными условиями затенения // Лесной журнал. – 2008, № 6. – С. 85–89.
8. Чернецкая А.Г., Валетов В.В. Ранняя диагностика сортов черной смородины (*Ribes Nigrum* L.) на устойчивость к мучнистой росе (*Sphaerotheca mors-uvae* (Schw) Berk. et Gurt) // Вестці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. – 2007. – №1. – С. 66–70.
9. Соколов В.М. Шлях становлення української селекції // Посібник українського хлібороба. – 2012. – Т. 2. – С. 12–16.
10. Ламари Н.П., Файт В.И. Генетическое разнообразие озимой мягкой пшеницы по длине замыкающих клеток устьиц // Вестник ХНАУ. – 2011. – Т. 2, №23. – С. 82–87.
11. Baer O.R., Schrader L.E. Inheritance of DNA concentration, and cellular contents of soluble protein, chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase, and pyruvate, pi dikinase activity in maize leaves // Crop Science. – 1985. – Vol. 25, № 6. – P. 916–923.
12. Limin A.E., Fowler D.B. Morphological and cytological characters associated with low-temperature tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell.) // Can. J. Plant Sci. – 2000. – Vol. 80, №4. – P. 687–692.
13. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генотип и среда в селекции растений – Минск: Наука и техника, 1989. – 192 с.
14. Jinks J.L., Jones R.M. Estimation of the components of heterosis // Genetics. – 1958. – Vol. 43. – P. 223–234.
15. Chaudhary B.D., Singh V.P. Heterosis and its components for grain yield in barley // Genet. Iber. – 1977. – Vol. 29. – P.201–218.

16. Федин М.А. Генетические концепции гетерозиса // Гетерозис. – Минск: Наука и техника, 1982. – С. 99–108.
17. Абрамова Л.И., Орлова И.Н., Вишнякова М.А., Константинова Л.Н., Орел Л.И., Огородникова В.Ф. Цитологическая и цитозмбриологическая техника (для исследования культурных растений). – Л.: ВИР, 1982. – 119 с.
18. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
19. Брюбейкер Дж. Сельскохозяйственная генетика. – М.: Колос, 1966. – 223 с.
20. Fonseca S., Patterson F.L. Hybrid vigor in a seven-parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.) // Crop Science. – 1968. – Vol. 8, № 1. – P. 85–88.
21. Wynne J.C., Emery D.A., Rice P.H. Combiningability estimation in *Arachis hypogaea* L. II Field Performance of F₁ hybrids // Crop Sci. – 1970. – Vol. 10, № 6. – P. 713–715.
22. Мазер К., Джинкс Дж. Биометрическая генетика. – М.: Мир, 1985. – 463 с.
23. Jinks J.L. The F₂ and backcross generation from a set of diallel crosses // Heredity – 1956. – 10. – P. 1–30.
24. Singh M.I., Singh R.K. A comparison of different methods of half-diallel analysis // Theor. Appl. Genet. – 1984. – Vol. 67, №4. – P. 323–326.
25. Pooni H.S., Jinks, J.L. The true nature of non-allelic interactions in *Nicotiana rustica* revealed by association crosses // Heredity. – 1981. – Vol. 47. – P. 253–258.

Представлена О.В. Дубровной
Поступила 16.04.2014

ОЦІНКА ГЕТЕРОЗИСУ І ТИПУ УСПАДКУВАННЯ
ДОВЖИНИ ЗАМИКАЮЧИХ КЛІТИН ПРОДИХІВ
ГІБРИДІВ F₁ *TRITICUM AESTIVUM* L.
В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Н.П. Ламарі, В.І. Файт

Селекційно-генетичний інститут – Національний
центр насіннезнавства та сортовивчення
Україна, 65036, м. Одеса, Овідіопольська дорога, 3,
e-mail: natalamari@rambler.ru

Мета. Мета даної роботи – дослідити успадкування довжини замыкаючих клітин продихів (ЗКП) сортів та їх гібридів F₁ *Triticum aestivum* L. в польових умовах. **Методи.** Використані польові методи оцінки, мікроскопічний аналіз епідермісу листка і методи біометричної генетики. **Результати.** Умови меншого вологозабезпечення

сприяли зменшенню генетичного варіювання довжини ЗКП на 38 % – у сортів, і на 8 % – у гібридів F₁. Також в даних умовах зафіксовані максимальні значення ступеня домінування меншої (–33,5) і більшої (29,2) довжини ЗКП гібридів. Максимальні значення гетерозису виявлені в умовах збільшеного вологозабезпечення. **Висновки.** Встановлена переважна роль генетичної складової у варіюванні ознаки «довжина замыкаючих клітин» у сортів і гібридів F₁. Відзначено вплив умов вирощування на напрямок і величину, як гетерозисних ефектів, так і ступеня домінування вивченої ознаки.

Ключові слова: замыкаючі клітини, гетерозис, ступінь домінування, *Triticum aestivum* L.

EVALUATION OF HETEROSIS AND TYPE OF INHERITANCE FOR LENGTH OF GUARD CELLS IN F₁ *TRITICUM AESTIVUM* L. HYBRIDS UNDER FIELD CONDITIONS

N.P. Lamari, V. I. Fayt

Plant Breeding & Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation
Ukraine, 65036, Odessa, Ovidiopol'skaya road, 3
e-mail: natalamaari@rambler.ru

Aim. The aim of this study was to investigate the inheritance of the guard cell stomata length (SGC) in *Triticum aestivum* L. varieties and F₁ hybrids under field conditions. **Methods.** Field evaluation methods, microscopic analysis of leaf epidermis and biometric methods of genetics were used. **Results.** Lesser moisture conditions have reduced the genetic variation of the SGC length by 38% in cultivars, and by 8% in F₁ hybrids. Also in these conditions, were fixed maximum values for degree of dominance of the lesser (–33.5) and larger (29.2) cell lengths in hybrids. Maximum values of heterosis were revealed in greater moisture. **Conclusions.** It is established the predominant role of a genetic component in the variation of the trait «length of the guard cells» in cultivars and F₁ hybrids. The influence of growth conditions on the direction and magnitude of heterosis effects and the degree of dominance for studied trait is emphasized.

Key words: guard cells, heterosis, the degree of dominance, *Triticum aestivum* L.