

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ И КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО ПРИЗНАКУ ЧИСЛО КОЛОСКОВ ГЛАВНОГО КОЛОСА

Ю.В. МАЛАФЕЕВА, аспирант, научный сотрудник ORCID: 0000-0001-7461-381X,
E-mail: malxp@mail.ru

В.И. БЛОХИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-5604-0154,
E-mail: bvikazan@bk.ru

И.Ю. НИКИФОРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID: 0000-0003-4313-2401, E-mail: irina220169@mail.ru

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОСП «КАЗАНСКИЙ ФИЦ РАН»

Аннотация. Цель исследования – в системе диаллельных скрещиваний оценить генетические компоненты и комбинационную способность сортов ярового ячменя по признаку «число колосков главного колоса». В качестве родительских форм использовали шесть сортов: Вадим, Раушан, Камашевский, Поволжский 22, Деспина, Надежный. Скрещивания по полной диаллельной схеме выполняли в 2023 г. Изучение гибридов F_1 , F_2 и родительских форм проводили в Предкамской зоне республики Татарстан в 2024 и 2025 гг. Анализ комбинационной способности по В. Griffing выявил значимость общей и специфической комбинационной способности, но при этом установлено значительное превалирование дисперсии (σ^2) общей комбинационной способности в оба года изучения. Графический анализ по В.И. Науман выявил, что линии регрессии W_r / V_r пересекают ось W_r выше точки начала координат. Это означает, что средняя степень доминирования по всем локусам неполная, т.е. в определении признака основная роль принадлежит аддитивным эффектам генов. Результаты генетического анализа по В.И. Науман также свидетельствуют, что в контроле признака значима аддитивная и доминантная компоненты генетической дисперсии, однако преобладающую роль играют аддитивные эффекты генов. Установлено направленное доминирование, число колосков главного колоса увеличивают доминантные гены. Преобладание аддитивных эффектов в контроле признака благоприятствует отбору в ранних поколениях. Это подтверждает сравнение высоких значений коэффициентов наследуемости в широком смысле ($H^2=0,95$ и $0,97$ соответственно) и узком смысле ($h^2=0,82$ и $0,75$ соответственно). Сорта Раушан и Деспина, характеризующиеся высокими значениями эффектов общей комбинационной способности ($1,41/1,94$ и $1,46/1,70$ соответственно) и наибольшим числом доминантных генов, контролирующих признак рекомендованы в качестве доноров.

Ключевые слова: яровой ячмень, диаллельный анализ, гибриды F_1 и F_2 , комбинационная способность, компоненты генетической дисперсии.

Для цитирования: Малафеева Ю.В., Блохин В.И., Никифорова И.Ю. Генетические компоненты и комбинационная способность сортов ярового ячменя по признаку число колосков главного колоса. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 3 (59):131-140 DOI: 10.24412/2309-348X-2026-3-131-140

GENETIC COMPONENTS AND COMBINATIONAL ABILITY OF SPRING BARLEY VARIETIES BASED ON THE NUMBER OF SPIKELETS OF THE MAIN EAR

Yu.V.Malafeeva, V.I. Blokhin, I.Y.Nikiforova

TatSRIA FRC KAZAN SCIENTIFIC CENTER OF RAS

Abstract. The purpose of the study was to evaluate the genetic components and combinational ability of spring barley varieties in a system of diallelic crosses based on the "number of spikelets of the main ear". Six varieties were used as parent forms: Vadim, Raushan, Kamashevsky, Povolzhsky 22, Despina, Reliable. Crosses according to the full diallel scheme were performed in 2023. The study of F1, F2 hybrids and parental forms was carried out in the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan in 2024 and 2025. Analysis of combinational ability by B. Griffing revealed the importance of general and specific combinational ability, but at the same time, a significant prevalence of variants (σ^2) of general combinational ability was found in both years of study. Graphical analysis by B.I. Hayman revealed that the W_r/V_r regression lines intersect the W_r axis above the origin point. This means that the average degree of dominance at all loci is incomplete, i.e. the additive effects of genes play a major role in determining the trait. The results of the genetic analysis according to B.I. Hayman also shows that the additive and dominant components of genetic variance are significant in trait control, but the additive effects of genes play a predominant role. Directional dominance has been established, the number of spikelets of the main spike is increased by dominant genes. The predominance of additive effects in trait control favors selection in early generations. This confirms the comparison of high values of heritability coefficients in the broad sense ($H^2=0.95$ and 0.97 , respectively) and in the narrow sense ($h^2=0.82$ and 0.75 , respectively). The Raushan and Despina varieties, characterized by high values of the effects of total combinational ability ($1.41/1.94$ and $1.46/1.70$, respectively) and the largest number of dominant genes controlling the trait, are recommended as donors.

Keywords: spring barley, diallelic analysis, F1 and F2 hybrids, combinational ability, components of genetic variance.

Введение

При всей вариативности селекционных направлений ярового ячменя, ключевым остаётся повышение величины урожайности зерна. Признак урожайности является количественным по своей природе и сложным по структуре. Его полигенную модель можно выразить как сумму интегрированных эффектов трех видов генного взаимодействия: аддитивного, доминирования и эпистатического, сильно корректируемую условиями внешней среды [1]. В силу этого, отбор по данному интегральному признаку часто оказывается не эффективным.

Изучение сопряженности уровня продуктивности зерна с элементами структуры урожая в различных по влаго - и теплообеспеченности условиях вегетации позволяет установить точные и надежные критерии для отбора высокопродуктивных форм [2, 3, 4].

Число колосков главного колоса один из значимых элементов структуры урожая. Положительная и статистически значимая корреляция урожайности зерна ячменя с количеством колосков колоса была установлена в исследованиях [5, 6, 7]. Анализ путевых коэффициентов выявил умеренное положительное влияние числа колосков колоса на урожайность зерна.

Среди методов оценки донорских свойств родительских форм по количественным признакам наиболее изученной является система оценок по комбинационной способности в системе диаллельных скрещиваний [8, 9, 10].

Оценка комбинационной способности сортов ярового ячменя по признаку «число колосков колоса» приведена в исследованиях [11, 12]. По данным авторов, сорта ярового ячменя с высокими положительными эффектами общей комбинационной способности оказывают в скрещиваниях значительное влияние на формирование признака.

Диаллельный анализ, применяемый для оценки комбинационной способности сортов, позволяет также получать детальную информацию о генетических свойствах анализируемых форм, в частности об аддитивных эффектах генов, о степени и направлении доминирования генов, контролирующих развитие признаков, о соотношении частот доминантных и рецессивных генов в определенном локусе. Исследованиями Patial M., Pal D., Kumar J. (2016) установлено превалирование неаддитивных эффектов генов в контроле признака «число колосков главного колоса». В.И. Никитина приводит данные о более важной роли аддитивных эффектов генов по сравнению с неаддитивными [13].

Цель исследования – в системе диаллельных скрещиваний оценить генетические компоненты и комбинационную способность сортов ярового ячменя по признаку «число колосков главного колоса».

Условия, материалы и методы

Эксперименты выполняли в 2023-2025 гг. в Предкамской зоне республики Татарстан. Объект исследования – полный диаллельный комплекс от скрещивания шести сортов ярового ячменя: Вадим, Раушан, Камашевский, Поволжский 22, Деспина, Надежный. Гибриды первого и второго поколения изучались в 2024-2025 гг. Скрещивания проводили в 2023 г. Прямые и обратные гибриды F_1 и родительские формы изучали в 2024 г., прямые гибриды F_2 и родительские формы изучали в 2025 году. Схема опыта включала четыре рендомизированных блока. Анализ элементов структуры урожая выполняли на 12-20 растениях каждого повторения.

Наличие генотипических различий между родительскими формами и гибридами устанавливали посредством однофакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Генетический анализ в системе диаллельных скрещиваний проводили по методу В.И. Науман (1954) с интерпретацией относительно беспорных параметров методики, рекомендованных В.А. Драгавцевым с соавторами (1984), общую и специфическую комбинационную способность определяли по В. Griffing (1956) с применением персонального компьютера и специализированной программы «Agros», разработанной доктором биологических наук С.П. Мартыновым. Коэффициенты наследуемости в широком и узком смысле рассчитывали по М.А. Федину с соавторами (1980).

Результаты и обсуждение

Более высокое среднее сортовое значение число колосков главного колоса отмечено в 2025 г. (21,87 против 19,91 в 2024 г.). Обусловлено это более благоприятными гидротермическими показателями межфазного периода «всходы-выход в трубку» (период закладки и формирования колосков). В 2025 г. среднесуточная температура воздуха составила 19,1°C, сумма осадков 68,8 мм, ГТК=1,28; в 2024 г. аналогичные показатели 14,9°C, 35 мм, ГТК=0,93 соответственно. Дисперсионным анализом экспериментальных данных (табл.1) установлены достоверные различия родительских форм, гибридов F_1 и F_2 по числу колосков главного колоса, что позволяет ожидать неодинаковые оценки по комбинационной способности родительских сортов.

Таблица 1

Дисперсионный анализ данных числа колосков в главном колосе родительских сортов, гибридов F_1 и F_2

Источники вариации	SS	df	σ^2	F_{ϕ}	$F_{st P=0,05}$	НСР
Родительские формы 2024 г.						
Общая	177,68	23				
Повторности	4,84	3	1,61	28,41		
Сорта	171,98	5	34,39	605,19*	2,9	0,36
Остаточная	0,85	15	0,05			
Родительские формы 2025 г.						
Общая	196,16	23				
Повторности	13,74	3	4,582	13,10		
Сорта	177,17	5	35,435	101,33*	2,9	0,89
Остаточная	5,24	15	0,35			
Гибриды F_1 2024 г.						
Общая	813,89	119				
Повторности	89,17	3	29,72	93,78		
Гибриды	697,14	29	24,03	75,84*	1,57	0,79
Остаточная	27,57	87	0,31			
Гибриды F_2 2025 г.						
Общая	267,21	59				
Повторности	23,47	3	7,82	44,77	2,84	
Гибриды	236,39	14	16,88	96,62*	1,95	0,59
Остаточная	7,34	42	0,17			

Примечание: здесь и далее символом «*» выделены достоверные значения для $p=0,05$

Дисперсионный анализ комбинационной способности сортов ярового ячменя по их гибридам выявил значимость варiances (σ^2) общей и специфической комбинационной способности, и реципрокного эффекта (табл. 2). Следует отметить, что варiances (σ^2) общей специфической способности значительно превышает варiances (σ^2) специфической комбинационной способности ($\sigma^2 \text{ОКС}=20,29 > \sigma^2 \text{СКС}=3,61$ и $\sigma^2 \text{ОКС}=7,19 > \sigma^2 \text{СКС}=2,56$). На долю общей комбинационной способности приходится 72,4 и 75,6% в изменчивости признака.

Таблица 2

Дисперсионный анализ комбинационной способности сортов ярового ячменя по признаку число колосков главного колоса

Источники вариации	SS	df	σ^2	F _ф	F _{st P=0,05}	Доля, %
F₁ (2024 г.)						
ОКС	101,46	5	20,29	64,06*	2,30	75,6
СКС	32,52	9	3,61	11,40*	1,97	13,5
Реципрокные эффекты	39,10	15	2,60	8,23*	1,79	9,7
Случайные отклонения	28,50	90	0,31			1,2
F₂ (2025 г.)						
ОКС	35,97	5	7,19	42,03*	2,40	72,4
СКС	23,12	9	2,56	15,00*	2,07	25,8
Случайные отклонения	7,70	45	0,17			1,8

Таким образом, в генетическом контроле признака «число колосков главного колоса» превалируют аддитивные эффекты генов, хотя достоверны и неаддитивные. Наличие достоверных различий дает основание перейти к следующему этапу анализа – определению варiances и эффектов общей и специфической комбинационной способности испытуемой группы сортов.

В таблице 3 представлены оценки эффектов общей (gi), варiances общей ($\sigma^2 gi$) и специфической ($\sigma^2 si$) комбинационная способность сортов ярового ячменя для признака «число колосков главного колоса».

Таблица 3

Оценки эффектов общей (gi), варiances общей ($\sigma^2 gi$) и специфической ($\sigma^2 si$) комбинационная способность сортов ярового ячменя для признака число колосков главного колоса

Сорт	F₁ (2024 г.)			F₂ (2025 г.)		
	Эффект ОКС gi	Варiances ОКС $\sigma^2 gi$	Варiances СКС $\sigma^2 si$	Эффект ОКС gi	Варiances ОКС $\sigma^2 gi$	Варiances СКС $\sigma^2 si$
Вадим	-2,14*	4,55	0,51	-0,61*	0,27	1,50
Раушан	1,41*	1,97	1,26	1,94*	3,66	1,35
Камашевский	1,27*	1,59	1,19	0,53*	0,17	2,77
Поволжский	-1,37*	1,84	1,82	-1,89*	3,48	1,85
Деспина	1,46*	2,11	0,28	0,70*	0,39	0,73
Надежный	-0,64*	0,38	1,41	-0,67*	0,34	1,02
	HCP _{0,05} для gi = 0,359; HCP _{0,05} для $gi - gj$ = 0,557			HCP _{0,05} для gi = 0,379; HCP _{0,05} для $gi - gj$ = 0,588		

В 2024 г. лучшей комбинационной способностью обладают сорта Раушан, Камашевский, Деспина, которые характеризуются достоверно высокими положительными оценками эффектов общей комбинационной способности ($gi=1,41/1,27/1,46$ соответственно). У сортов Вадим, Раушан, Камашевский, Деспина варiances общей комбинационной способности ($\sigma^2 gi=4,55/1,97/1,59/2,11$ соответственно) превышает варiances специфической комбинационной способности ($\sigma^2 si=0,51/1,26/1,19/0,28$ соответственно). Следовательно, у

данных сортов при их скрещиваниях преобладающую роль в схеме наследования числа колосков главного колоса играют аддитивные эффекты генов. У сорта Надежный варианта специфической комбинационной способности ($\sigma^2_{si}=1,41$) превышает вариансу общей комбинационной способности ($\sigma^2_{gi}=0,38$). Следовательно, у данного сорта при скрещиваниях с остальными сортами в схеме наследования признака основная роль принадлежит неаддитивным эффектам генов.

В 2025 году лучшей комбинационной способностью обладали сорта Раушан, Камашевский и Деспина, для которых установлены достоверно высокие положительные эффекты общей комбинационной способности ($g_i = 1,94; 0,53; 0,70$ соответственно). У сортов Раушан и Поволжский 22 варианта общей комбинационной способности ($\sigma^2_{gi} = 3,66$ и $3,48$ соответственно) превышает вариансу специфической комбинационной способности ($\sigma^2_{si} = 1,35$ и $1,85$ соответственно). Это указывает на то, что при скрещивании данных сортов преобладающую роль в наследовании числа колосков главного колоса играют аддитивные эффекты генов.

У сортов Раушан, Камашевский, Деспина выявлен достоверный высокий положительный эффект общей комбинационной способности (g_i) по признаку «число колосков главного колоса».

Дисперсионный анализ величин W_r-V_r (где W_r – ковариация между величинами признака у гибридов и у соответствующих им родителей; V_r – дисперсия признака у гибридов) позволил выявить эпистатические эффекты, которые были вызваны сортами Вадим и Надежный в 2024-2025 гг. После исключения из анализа данных сортов и их гибридов была установлена адекватность аддитивно-доминантной модели. Коэффициенты регрессии (b) W_r/V_r составляют $b=0,95\pm 0,10$ и $b=0,87\pm 0,11$ соответственно (табл. 4.). Коэффициенты регрессии не отличаются значимо от единицы, но значимо – от нуля. Это также свидетельствует об отсутствии эффектов эпистаза и о независимом распределении генов у родительских форм.

Таблица 4

Значение коэффициента регрессии и его параметры

	Значение коэффициента регрессии	Значимое отклонение от 0	Незначимое отклонение от 1
2024 F_1	$b = 0,95 \pm 0,10$	$t_{b \text{ ф. }} = 9,54 > t_{0,05} = 4,30$	$t_{1-b} = 0,44 < t_{0,05} = 4,30$
2025 F_2	$b = 0,87 \pm 0,11$	$t_{b \text{ ф. }} = 7,91 > t_{0,05} = 4,30$	$t_{1-b} = 1,21 < t_{0,05} = 4,30$

Уравнения линейной регрессии W_r/V_r имеют следующий вид: $W_r=1,96 + 0,95 \times V_r$ и $W_r=1,76 + 0,87 \times V_r$ соответственно. Линии регрессии (рис.1 и рис.2) пересекают ось W_r выше точки начала координат. Это означает, что средняя степень доминирования по всем локусам неполная, следовательно, в наследовании признака «число колосков главного колоса» у данных сортов преобладают аддитивные эффекты.

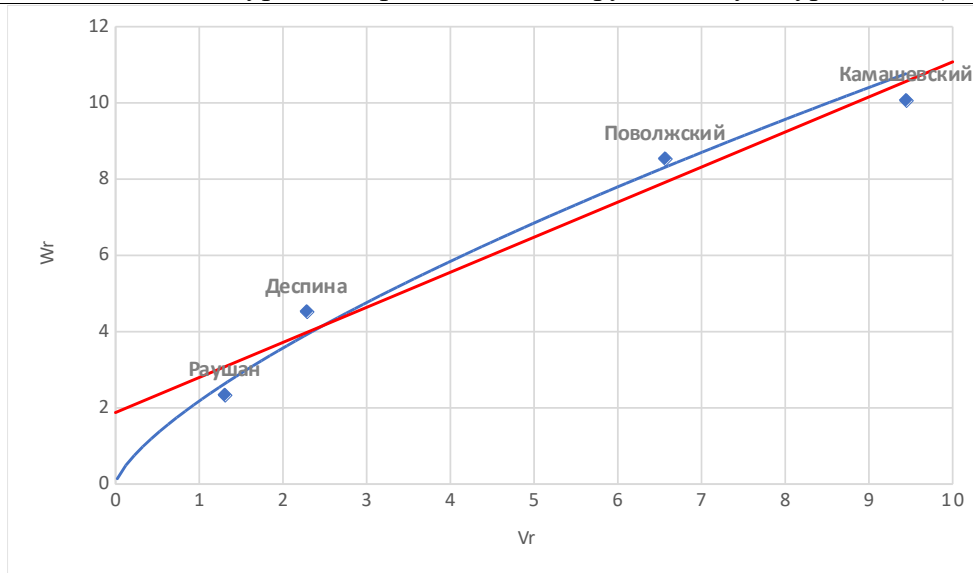


Рис. 1. График Хеймана W_r/V_r для признака число колосков главного колоса (F_1 2024 г.)

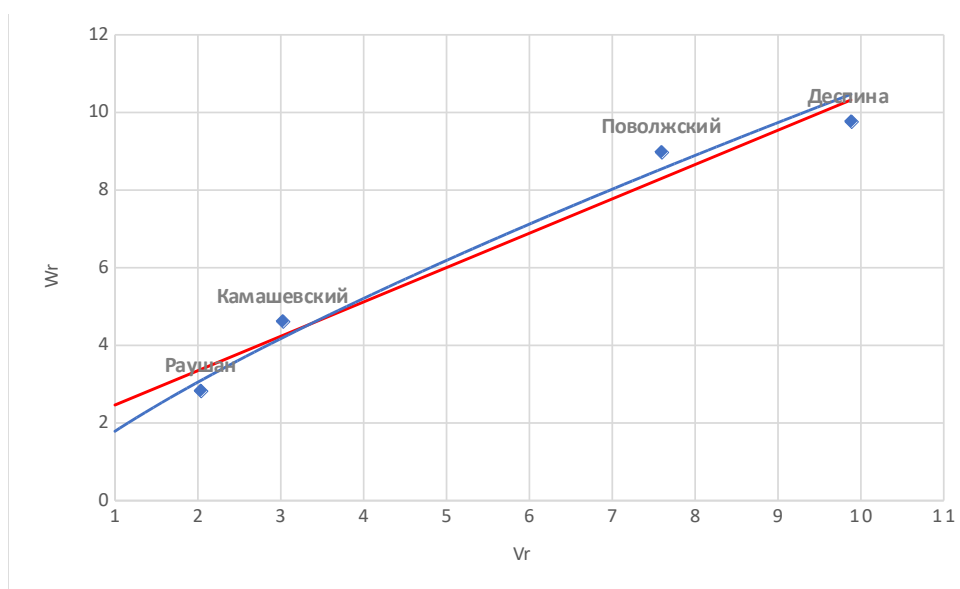


Рис. 2. График Хеймана W_r/V_r для признака число колосков главного колоса (F_2 2025 г.)

Кроме того, графики Хеймана дают информацию относительно доли доминантных и рецессивных генов у родительских форм. Родительская форма с самым большим числом доминантных генов будет иметь самые низкие значения V_r и W_r и ей будет соответствовать точка, лежащая на левом конце линии (W_r , V_r); и наоборот родительская форма с самым большим числом рецессивных генов будет иметь самые большие значения V_r и W_r и ей будет соответствовать правая верхняя точка (W_r , V_r). На основании суммы ($W_r + V_r$) родительские формы могут быть расположены в ряд согласно числу доминантных аллелей, которыми они обладают (табл. 5): Раушан, Деспина, Поволжский, Камашевский.

Таблица 5

Значения V_r , W_r и суммы ($V_r + W_r$) родительских форм

Сорт	2024 г. F_1				2025 г. F_2			
	Признак	V_r	W_r	$V_r + W_r$	Признак	V_r	W_r	$V_r + W_r$
Раушан	23,5	1,30	2,35	3,65	25,7	2,03	2,84	4,87
Деспина	22,8	2,28	4,54	6,828	23,6	3,02	4,63	7,66
Поволжский	15,9	6,56	8,55	15,12	17,8	7,59	8,99	16,58
Камашевский	19,4	9,44	10,08	19,53	21,8	9,86	9,78	19,65

Коэффициент корреляции между средними значениями числа колосков главного колоса родительских форм и величинами (W_r+V_r) был отрицательным в оба года исследования: $r [X_p; (W_r+V_r)] = -0,79 \pm 0,44$ и $r = -0,77 \pm 0,45$ соответственно. Отрицательное значение коэффициента корреляции указывает на наличие связи между числом колосков главного колоса и увеличением доминантных аллелей у сортов. Сорта с более высоким значением признака характеризуются наибольшим числом доминантных аллелей. Следовательно, доминантные аллели детерминируют увеличение признака, тогда как рецессивные аллели обуславливают его снижение. Таким образом, в данном случае высокое число колосков главного колоса контролируется доминантными аллелями.

Разность между средним значением гибридов F_1 , F_2 и средним значением родительских сортов (F_1-P) и (F_2-P) оценивает среднее направление доминирования, то есть этот параметр является важным дополнением к коэффициенту корреляции. В нашем эксперименте $F_1-P=1,1$ и $F_2-P=1,0$ больше нуля, то есть доминирование в сторону увеличения признака.

В таблице 6 представлены компоненты генетической дисперсии для признака число колосков главного колоса.

Таблица 6

**Компоненты генетической дисперсии признака
«число колосков главного колоса»**

Компонента	Оценка	Ошибка	t - критерий	Оценка	Ошибка	t - критерий
	2024 г. F_1			2025 г. F_2		
D	11,90	0,70	16,98*	11,23	0,84	13,24*
F	-1,39	1,80	-0,78	-3,48	2,18	-1,60
H_1	5,47	2,03	2,68*	6,56	2,46	2,66*
H_2	4,86	1,88	2,58*	5,87	2,27	2,58*
fr Раушан	13,85	2,36	5,85*	11,15	2,86	3,89*
fr Камашевский	-17,89	2,36	-7,56*	-18,39	2,86	-6,42*
fr Поволжский	-9,06	2,36	-3,83*	-12,26	2,86	-4,28*
fr Деспина	7,51	2,36	3,17*	5,58	2,86	1,95
h/H_2	1,03			0,68		
H^2	0,95			0,97		
h^2	0,82			0,75		
4 относительно бесспорных параметра по Драгавцеву В.А.						
$\sqrt{H_1} / D$	0,67			0,76		
$H_2 / 4H_1$	0,22			0,22		
$(\sqrt{4DH_1+F}) / (\sqrt{4DH_1-F})$	0,84			0,66		
$r [X_p; (W_r+V_r)]$	-0,78			-0,77		

В 2024 и 2025 гг. выявлено значимое влияние аддитивного (D) и доминантных (H_1 и H_2) эффектов на формирование признака. Однако оценка $D=11,90$ и $11,23$ значительно больше $H_1=5,47$ и $6,56$; следовательно, в определении признака «число колосков главного колоса» преобладающую роль играют аддитивные эффекты генов. Это соответствует и результатам графического анализа. Поэтому большая часть генетической изменчивости родительских сортов должна быть высоко наследуемой и сравнительно легко зафиксирована в последующих поколениях гибридов.

Это подтверждают и высокие значения коэффициентов наследуемости в широком смысле ($H^2=0,95$ и $0,97$) и в узком смысле ($h^2=0,82$ и $0,75$).

Асимметричность распределения доминантных и рецессивных аллелей подтверждена отклонением соотношения $H_2/4H_1=0,22$ от $0,25$. $\sqrt{H_1}/D$ оценивает среднюю степень доминирования в каждом локусе. В нашем эксперименте $\sqrt{H_1}/D=0,67$ и $0,76$ соответственно и меньше единицы, что указывает на неполное доминирование.

Величина $(\sqrt{4DH_1+F}) / (\sqrt{4DH_1-F})$ является отношением общего числа доминантных генов к общему числу рецессивных генов у всех родительских сортов, поскольку параметр F зависит от разности частоты доминантных и рецессивных генов у родительских сортов. Когда больше доминантных аллелей $F>0$, когда больше рецессивных $F<0$, а когда они представлены в равном числе $F=0$. В нашем эксперименте значения F отрицательные, но незначимы $F = -1,39$ и $-3,48$. Отношение $\sqrt{4DH_1+F} / (\sqrt{4DH_1-F}) = 0,84$ и $0,66$ соответственно, но с учетом незначимости параметра F , данные величины очень близки к единице, что приводит к предположению равенства общего числа доминантных и рецессивных генов у родительских сортов.

Отношение $h/H_2 = 1,03$ и $0,68$ соответственно, указывает на то, что по крайней мере один ген или блок генов, детерминирующих число колосков главного колоса, проявляет эффект доминирования.

В 2024 г. сорта Раушан, Камашевский, Поволжский 22, Деспина имели значимые величины fr . Сорта Камашевский и Поволжский 22 расположены на графике регрессии Wr/Vr в зоне превалирования рецессивных генов, сорта Раушан и Деспина в зоне доминирования. Если судить по величинам fr , максимальное количество доминантных аллелей в 2024 г. содержит сорт Раушан ($fr = 13,85$). Уровень признака у данного сорта составил $23,5$, что близко к прогнозу гипотетической линии с полным набором доминантных аллелей в популяции ($23,5$). Сорт Камашевский имел максимальное количество рецессивных аллелей ($fr = -17,89$).

В 2025 г. сорта Раушан, Камашевский, Поволжский 22 имели значимые величины fr . Сорта Камашевский и Поволжский 22 расположены на графике регрессии Wr/Vr в зоне превалирования рецессивных генов, сорт Раушан в зоне доминирования. Сорт Деспина имел недостоверное значение fr , что предполагает баланс доминантных и рецессивных генов. Если судить по величинам fr , максимальное количество доминантных аллелей содержит сорт Раушан ($fr = 11,15$). Уровень признака у данного сорта составил $25,7$, что близко к прогнозу гипотетической линии с полным набором доминантных аллелей в популяции ($26,1$). Сорт Камашевский имел максимальное количество рецессивных аллелей ($fr = -18,39$).

Заключение

В генетическом контроле признака число колосков главного колоса на основе диаллельных скрещиваний сортов ярового ячменя значима аддитивная и доминантная компоненты генетической дисперсии, однако преобладающую роль играют аддитивные эффекты генов. Установлено направленное доминирование, число колосков главного колоса увеличивают доминантные гены. Преобладание аддитивных эффектов в контроле признака благоприятствует отбору в ранних поколениях. Это подтверждает сравнение высоких коэффициентов наследуемости в широком смысле ($H^2 = 0,95$ и $0,97$ соответственно) и узком смысле ($h^2 = 0,82$ и $0,75$ соответственно). Судя по расположению сортов на графике Хеймана, селекция на увеличение признака в целом возможна. Сорта Раушан и Деспина, характеризующиеся высокими значениями эффектов общей комбинационной способности ($gi = 1,41/1,94$ и $1,46/0,70$ соответственно), преобладанием аддитивных эффектов в контроле признака являются донорами доминантных аллелей, увеличивающих признак число колосков главного колоса.

Литература

1. Гончаренко А.А., Крахмалёв С.В., Ермаков С.А., Макаров А.В., Семёнова Т.В., Точилин В.Н. Диаллельный анализ инбредных линий озимой ржи по признакам продуктивности. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2 (2). – С. 99-107.
2. Паламарчук Д.П., Козаченко М.Р., Святченко С.И. Использование метода путевых коэффициентов S. Wright для статистического анализа системы взаимосвязанных признаков риса. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – Т. 23. – № 4. – С. 430-438. DOI: 10.18699/VJ19.511
3. Мясникова М.Г., Мальчиков П.Н., Чახеева Т.В. Значимость компонентов урожайности сортов яровой твердой пшеницы из России и Казахстана. // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 5 (71). – С. 73-79. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79.

4. Долженко Д.О., Шевченко С.Н. Поиск критериев отбора в селекционном процессе ярового ячменя в различные по влагообеспеченности годы. // Нива Поволжья. – 2020. – № 4 (57). – С. 16-24. DOI: 10.36461/NP.2020.57.4.008.
5. Дьяченко Е.Н., Дятлова О.Г. Продуктивность ярового ячменя в плодосменном севообороте в условиях Прибайкалья // Агрохимический вестник. – 2022. – № 2. – С. 43-47. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-2-008.
6. Галеев Р.Р., Андреева З.В., Самарин И.С. Урожайность яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от уровня технологического обеспечения в Лесостепи Новосибирского Приобья. // Сибирский Вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47. – № 4 (257). – С. 13-19.
7. Dyulgerov N., Dyulgerova B., Variability, Correlation, and Path Coefficient Analysis of Grain Yield and Yield-Related Traits of Facultative Barley Accessions Grown Under Rainfed Conditions. // International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research. – 2021. V. 5. No 2. pp. 203-212. <https://doi.org/10.29329/ijiaar.2021.358.5>.
8. Лепехов С.Б. Методы подбора пар для скрещивания в селекции на урожайность у самоопыляющихся культур. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2017. – Том. 178. Вып. 4. – С. 76-89. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-76-89.
9. Бабич А.А. Коханюк Н.В. Оценка генетических компонентов основных количественных признаков сои. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 4 (12). – С. 14-17.
10. Гончаренко А.А. Крахмалев С.В. Генетический анализ количественных признаков у инбредных линий озимой ржи в диаллельных скрещиваниях. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 24-33.
11. Компанец Е.В., Козаченко М.Р., Васько Н.И., Наумов А.Г., Солонечный П.Н., Святченко С.И. Комбинационная способность сортов ячменя ярового в системе прямых диаллельных скрещиваний. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Том 21. – № 5. – С. 537-544. DOI: 10.18699/VJ17.271
12. Щенникова И.Н., Кокина Л.П., Бутакова О.И. Комбинационная способность многорядных сортов ячменя. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2010. – № 3 (18). – С.14-17.
13. Никитина В.И. Изменчивость и наследование длины колоса и числа колосков в колосе ярового ячменя в лесостепных районах Восточной Сибири. // Вестник КрасГАУ. – 2004. – № 4. – С. 71-74.

References

1. Goncharenko A.A., Krakhmalov S.V., Yermakov S.A., Makarov A.V., Semonova T.V., Tochilin V N. Diallel'nyy analiz inbrednykh liniy ozimoy rzhi po vneshney produktivnosti. *Zernobovyye i krupyanyye kul'tury*. 2012, no. 2 (2), pp. 99-107.
2. Palamarchuk D.P., Kozachenko M.R., Svyatchenko S.I. Ispol'zovaniye metoda putevykh koeffitsiyentov S. Rayta dlya statisticheskogo analiza sistemy dvoynykh priznakov risa. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*, 2019, Vol. 23, no. 4, pp. 430-438. DOI: 10.18699/VJ19.511
3. Myasnikova M.G., Mal'chikov P.N., Chakheyeva T.V. Znachimost' komponentov urozhaya yarovoy tverdoy pshenitsy iz Rossii i Kazakhstana. *Zernovoye khozyaystvo Rossii*, 2020, no. 5 (71), pp. 73-79. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79.
4. Dolzhenko D.O., Shevchenko S.N. Poisk neobkhodimogo otbora v selektsionnom protsesse yarkogo yachmenya v razlichnyye po vlagooobespechennosti gody. *Niva Povolzh'ya*, 2020, no. 4 (57), pp. 16-24. DOI:10.36461/NP.2020.57.4.008.
5. D'yachenko Ye.N., Dyatlova O.G. Produktivnost' yarkogo yachmenya v plodosmennom sevooborote v usloviyakh Pribaykal'ya. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2022, no. 2, pp. 43-47. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-2-008.
6. Galeev R.R., Andreyeva Z.V., Samarin I.S. Urozhaynost' yarovoy myagkoy pshenitsy i yarovogo yachmenya v zavisimosti ot urovnya tekhnologicheskogo obespecheniya v Lesostepi Novosibirskogo Priob'ya. *Sibirskiy Vestnik Sel'skokhozyaystvennoy Nauki*, 2017, Vol. 47, no. 4 (257), pp. 13-19.

7. Dyulgerov N., Dyulgerova B., Variability, Correlation, and Path Coefficient Analysis of Grain Yield and Yield-Related Traits of Facultative Barley Accessions Grown Under Rainfed Conditions. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*. 2021. V. 5. No 2. pp. 203-212. <https://doi.org/10.29329/ijiaar.2021.358.5>.
8. Lepekhov S.B. Metody podbora pariteta dlya skreshchivaniya v selektsii na urozhaynost' u samoopylyayushchikhsya kul'tur. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*, 2017, Vol. 178, iss. 4, pp. 76-89. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-76-89.
9. Babich A.A. Kokhanyuk N.V. Otsenka geneticheskikh komponentov osnovnykh kolichestvennykh priznakov soi. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury*, 2014, no. 4 (12), pp. 14-17.
10. Goncharenko A.A. Krakhmalev S.V. Geneticheskiy analiz kolichestvennykh priznakov u inbrednykh liniy ozimoy rzhi v diallel'nykh skreshchivaniyakh. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury*, 2013, no. 2 (6), pp. 24-33.
11. Kompanets Ye.V., Kozachenko M.R., Vas'ko N.I., Naumov A.G., Solonechnyy P.N., Svyatchenko S.I. Kombinatsionnaya sposobnost' sorta yachmenya yarkogo v sisteme pryamykh diallel'nykh skreshchivaniya. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*, 2017, Vol. 21, no. 5, pp. 537-544. DOI: 10.18699/VJ17.271
12. Shchennikova I.N., Kokina L.P., Butakova O.I. Kombinatsionnaya sposobnost' mnogoryadnykh sortov yachmenya. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka*, 2010, no. 3 (18), pp.14-17.
13. Nikitina V.I. Izmenchivost' i prodolzheniye dliny kolosa i kolichstva koloskov v kolose yarkogo yachmenya v lesostepnykh regionakh Vostochnoy Sibiri. *Vestnik KrasGAU*, 2004, no 4, pp. 71-74.