



УДК 633.853.494+631.527.5  
DOI 10.25230/conf13-2025-03-267

## НАСЛЕДОВАНИЕ ГИБРИДАМИ F<sub>1</sub> РАПСА ЯРОВОГО (*Brassica napus* L.) ОСНОВНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ

Стрельников Е.А., Горлова Л.А.  
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
strelnikov.e.a.1989@mail.ru

Представлены данные проявления гетерозиса у экспериментальных гибридов первого поколения рапса ярового (*Brassica napus* L.) по основным хозяйственно ценным признакам в условиях центральной зоны Краснодарского края. Определены истинный, конкурсный гетерозис и степень фенотипического доминирования у пяти перспективных гибридов рапса ярового. По урожайности семян наблюдался высокий эффект истинного гетерозиса, достигающий 93,5 %, и конкурсного – 13,7 %. В контрольном питомнике гибридные комбинации МЛ-3ТА×ЯРК-1ПС4 и МЛ-6ГА×ЯРК-1ПС4 продемонстрировали высокие показатели как истинного, так и конкурсного гетерозиса, а также сверхдоминирование по урожайности и сбору масла с 1 га. По масличности семян, выделенные комбинации продемонстрировали промежуточное наследование и положительное сверхдоминирование признака.

Ключевые слова: рапс яровой, истинный и конкурсный гетерозис, гибриды F<sub>1</sub>, наследование, урожайность, масличность, сбор масла.

**Введение.** Гибриды первого поколения, получаемые при скрещивании родительских форм разного происхождения, демонстрируют явление гетерозиса, которое проявляется в увеличении габитуса растений, более интенсивном обмене веществ и урожайности потомства по сравнению с исходными компонентами. По данным McVetty (1994) у гибридов рапса ярового эффект гетерозиса составлял 30 % с диапазоном варьирования 20–50 % [1, 2]. В России средний уровень гетерозиса по урожаю семян рапса ярового – 18,2 % [3, 4]. Приведенные данные свидетельствуют о возможности повышения урожайности и потенциале успешного использования эффекта гетерозиса у гибридов рапса. Механизмы наследования урожайности и основных хозяйственно полезных признаков, требуют глубокого изучения. Понимание контроля наследования этих признаков у гибридов F<sub>1</sub> позволяет селекционерам целенаправленно и оперативно интродуцировать целевые признаки и создавать новые высокопродуктивные генотипы, адаптированные к конкретным условиям произрастания. Практически во всех странах, возделывающих эту культуру, ведется работа

по созданию коммерческих гибридов с высоким уровнем гетерозисного эффекта [5]. Создание гибридов рапса ярового представляет собой актуальную и важную задачу в области сельского хозяйства, обусловленную спросом со стороны сельхозтоваропроизводителей на семена гибридов отечественной селекции. Целью исследований являлась оценка экспериментальных гибридов рапса ярового (*Brassica napus* L.) селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК по основным хозяйственно-полезным признакам.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2023–2024 гг. на опытных полях центральной экспериментальной базы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, расположенной в центральной зоне Краснодарского края. Объектом для изучения послужили 5 экспериментальных гибридных комбинаций F<sub>1</sub> рапса ярового, полученных путём скрещивания родительских линий под изоляторами из спанбонда в фитотронно-тепличном комплексе ВНИИМК. Для скрещиваний использовали 5 материнских ЦМС – линий (МЛ-3ТА, МЛ-6ГА, МЛ-7РА, МЛ-10КР и МЛ-13ТБ) и 3 отцовских линий-восстановителей фертильности (ЯРК-1ПС4, ЯРК-2ПЕР и ЯРК-3ИКЛ). Родительские линии созданы на основе ЦМС – *ogura*.

Посев проводили в питомнике заложенного по типу контрольного, фенологические наблюдения, учёты, уборку выполняли по принятой во ВНИИМК методике [6]. В качестве стандарта использовали очень ранний, высокопродуктивный, безэруковый, низкоглюкозинолатный сорт рапса ярового Таврион. Биохимические анализы семян выполняли в лаборатории биохимии ВНИИМК с использованием ИК-анализатора Matrix-1 [7]. Статистическую обработку результатов исследований проводили методом однофакторного дисперсионного анализа [8] и в программе Microsoft Excel 2010.

Учёт и оценку степени гетерозиса у рапса ярового проводили методом сравнения гибрида по урожайности и ряду других хозяйственно ценных признаков с лучшей родительской формой (истинный гетерозис), с лучшим стандартным сортом рапса ярового Таврион (конкурсный гетерозис) и выражали в процентах. Коэффициент истинного (1) и конкурсного гетерозиса (2) рассчитывали по Д.С. Омарову [9]:

$$\Gamma_{\text{ист.}} = \frac{F_1 - P_{\text{лучш.}}}{P_{\text{лучш.}}} \times 100 \quad (1) \quad \Gamma_{\text{конк.}} = \frac{F_1 - St}{St} \times 100 \quad (2)$$

где F<sub>1</sub> – среднее значение признака в первом поколении гибрида;  
P<sub>лучш.</sub> – среднее значение признака лучшей родительской формы;  
St – среднее значение стандарта.

Одним из показателей характера проявления гетерозиса является степень фенотипического доминирования (hp). Степень фенотипического доминирования признаков в первом поколении гибридов определяли по формуле (3) G.M. Veil, B.E. Atkins [10]:

$$hp = \frac{F_1 - MP}{P_{\text{лучш.}} - MP} \quad (3)$$

где hp — степень фенотипического доминирования признака;  
F<sub>1</sub> – среднее значение признака в первом поколении гибрида;  
P<sub>лучш.</sub> – среднее значение признака лучшей родительской формы;  
MP – среднее значение обоих родительских форм.

Показатель hp в диапазоне от  $-\infty$  до  $-1,0$  характеризует отрицательное сверхдоминирование (отрицательный гетерозис или депрессия), от  $-1,0$  до  $-0,5$  – отрицательное доминирование признака, от  $-0,5$  до  $+0,5$  – промежуточное наследование признака, от  $+0,5$  до  $+1,0$  – положительное доминирование признака, от  $+1,0$  до  $+\infty$  – положительное сверхдоминирование признака (положительный гетерозис) (рис.).

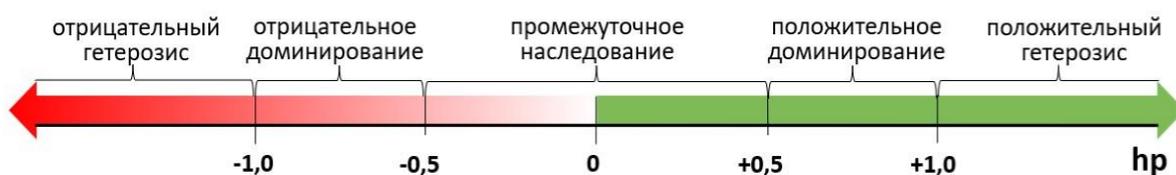


Рисунок – Степень фенотипического доминирования признака hr в F<sub>1</sub>

**Результаты и обсуждение.** В среднем за два года исследований экспериментальные гибриды рапса ярового существенно превзошли родительские формы по урожайности семян. Самую стабильно высокую урожайность семян за два года исследований продемонстрировала гибридная комбинация МЛ-3ТА × ЯРК-1ПС4, существенно превысив сорт-стандарт Таврион на 0,23 т/га (табл. 1). У всех изучаемых гибридов наблюдался достоверно высокий истинный гетерозис, который варьировал в пределах от 31,7 до 93,5 %. Наибольшим истинным гетерозисом характеризовалась гибридная комбинация МЛ-10КР × ЯРК-ЗИКЛ (табл. 1).

Таблица 1. Степень фенотипического доминирования и величина гетерозиса в контрольном питомнике у межлинейных гибридов F<sub>1</sub> рапса ярового по урожайности семян

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2023–2024 гг.

Гибридная комбинация	Урожайность, т/га			± к стандарту	Гетерозис, %		Степень фенотипического доминирования, (hp)
	P ♀	P ♂	F <sub>1</sub>		истинный	конкурсный	
МЛ-3ТА × ЯРК-1ПС4	1,45	1,32	1,91	+0,23	+31,7*	+13,7*	8,1
МЛ-6ГА × ЯРК-1ПС4	1,27	1,32	1,80	+0,12	+36,4*	+7,1*	20,2
МЛ-10КР × ЯРК-ЗИКЛ	0,92	0,73	1,78	+0,10	+93,5*	+6,0	10,1
МЛ-7РА × ЯРК-1ПС4	1,30	1,32	1,74	+0,06	+31,8*	+3,6	43,0
МЛ-13ТБ × ЯРК-2ПЕР	1,25	1,15	1,74	+0,06	+39,2*	+3,6	10,8
Таврион (сорт-стандарт)	1,68			-	-	-	-

\* – отклонение достоверно на 5 %-ном уровне значимости

Все представленные экспериментальные гибриды продемонстрировали положительный конкурсный гетерозис. Достоверно положительным конкурсным гетерозисом характеризовались две гибридные комбинации МЛ-3ТА×ЯРК-1ПС4 и МЛ-6ГА ×ЯРК-1ПС4. Степень доминирования (hp) признака урожайности семян у представленных гибридов рапса ярового варьировала от 8,1 до 43,0 (табл. 1). По признаку урожайность семян наблюдалось положительное сверхдоминирование или положительный гетерозис при наибольшем значении hp = 43,0 у комбинации МЛ-7РА×ЯРК-1ПС4 (табл. 1).

Одним из ключевых факторов, способствующих высокой продуктивности масличных культур, включая рапс, является высокий уровень масличности. Считается, что содержание масла в семенах один из наиболее стабильных признаков, представляя собой важный критерий для оценки и отбора значимых генотипов в селекции данной культуры.

В среднем за два года испытаний представленные гибриды по признаку масличности семян уступали сорту стандарту Таврион. Достоверно положительный истинный гетерозис выявлен только у одной гибридной комбинации МЛ-13ТБ×ЯРК-2ПЕР. Отрицательный конкурсный гетерозис наблюдался у всех экспериментальных гибридов (табл. 2).

У гибридов МЛ-7РА×ЯРК-1ПС4 и МЛ-6ГА×ЯРК-1ПС4 значение (hp) было 1,2 и 9,0 соответственно, что свидетельствовало о положительном сверхдоминировании. Промежуточное наследование признака масличности семян (hp = -0,3 и 0,6) выявлено у

комбинаций МЛ-3ТА×ЯРК-1ПС4 и МЛ-10КР×ЯРК-3ИКЛ соответственно. Отрицательное сверхдоминирование выявлено у одной гибридной комбинации (табл. 2).

**Таблица 2. Степень фенотипического доминирования и величина гетерозиса в контрольном питомнике у межлинейных гибридов F<sub>1</sub> рапса ярового по масличности семян**

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2023–2024 гг.

Гибридная комбинация	Масличность семян, %			± к стандарту	Гетерозис, %		Степень фенотипического доминирования, (hp)
	P ♀	P ♂	F <sub>1</sub>		истинный	конкурсный	
МЛ-3ТА × ЯРК-1ПС4	46,5	44,4	45,1	-1,3	-3,1*	-2,8*	-0,3
МЛ-6ГА × ЯРК-1ПС4	44,3	44,4	44,8	-1,6	+0,9	-3,4*	9,0
МЛ-10КР × ЯРК-3ИКЛ	44,7	38,6	43,6	-2,8	-2,5*	-6,0*	0,6
МЛ-7РА × ЯРК-1ПС4	46,4	44,4	44,2	-2,2	-4,7*	-4,7*	1,2
МЛ-13ТБ × ЯРК-2ПЕР	41,8	43,9	45,5	-0,9	+3,6*	-1,9*	-2,5
Таврион (сорт-стандарт)	46,4			-	-	-	-

\* – отклонение достоверно на 5 %-ном уровне значимости

По сбору масла с единицы площади практически все экспериментальные гибриды находились на одном уровне с сортом-стандартом Таврион. По данному признаку можно выделить гибридную комбинацию рапса ярового МЛ-3ТА×ЯРК-1ПС4 превысившую сорт-стандарт на 0,08 т/га. Истинный гетерозис наблюдался у всех гибридов F<sub>1</sub> и в зависимости от генотипа родительских форм, участвующих в скрещивании, его величина колебалась от 27,3 до 89,2 %. Наибольшим значением истинного гетерозиса характеризовалась комбинация МЛ-10КР×ЯРК-3ИКЛ. Положительным конкурсным гетерозисом характеризовались три гибридные комбинации, только у одной данный показатель был достоверно значимым и составлял – 11,4 % (табл. 3).

**Таблица 3. Степень фенотипического доминирования и величина гетерозиса в контрольном питомнике у межлинейных гибридов F<sub>1</sub> рапса ярового по сбору масла**

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2023–2024 гг.

Гибридная комбинация	Сбор масла, т/га			± к стандарту	Гетерозис, %		Степень фенотипического доминирования, (hp)
	P ♀	P ♂	F <sub>1</sub>		истинный	конкурсный	
МЛ-3ТА × ЯРК-1ПС4	0,61	0,52	0,78	+0,08	+27,9*	+11,4*	4,8
МЛ-6ГА × ЯРК-1ПС4	0,52	0,52	0,73	+0,03	+40,4*	+4,3	43,0
МЛ-10КР × ЯРК-3ИКЛ	0,37	0,26	0,70	0,00	+89,2*	0,0	7,0
МЛ-7РА × ЯРК-1ПС4	0,55	0,52	0,70	0,00	+27,3*	0,0	11,0
МЛ-13ТБ × ЯРК-2ПЕР	0,47	0,45	0,72	+0,02	+53,2*	+2,9	26,0
Таврион (сорт-стандарт)	0,70			-	-	-	-

\* – отклонение достоверно на 5 %-ном уровне значимости

Степень фенотипического доминирования по признаку сбор масла с 1 га в комбинациях варьировала в пределах от 7,0 до 43,0, что соответствовало положительному сверхдоминированию или положительному гетерозису у всех изученных гибридов. Наибольшим сверхдоминированием признака характеризовалась гибридная комбинация МЛ-6ГА×ЯРК-1ПС4 (табл. 3).

**Заключение.** Таким образом, в результате проведённых исследований выявлено проявление гетерозиса по таким признакам, как урожайность, масличность семян и сбор масла с единицы площади у гибридов первого поколения рапса ярового. По показателю урожайности семян был зафиксирован высокий эффект истинного гетерозиса, достигающий 93,5 %, и конкурсного – 13,7 %. Это указывает на потенциальную возможность



использования гетерозиса в селекции с целью создания коммерческих гибридов рапса ярового на основе имеющегося на ЦЭБ ВНИИМК материале.

Гибриды в комбинациях МЛ-3ТА×ЯРК-1ПС4 и МЛ-6ГА×ЯРК-1ПС4 продемонстрировали высокие показатели как истинного, так и конкурсного гетерозиса, а также явное сверхдоминирование по урожайности и сбору масла с единицы площади. При анализе масличности семян у гибрида МЛ-3ТА×ЯРК-1ПС4 было выявлено промежуточное наследование признака, в то время как гибрид МЛ-6ГА×ЯРК-1ПС4 продемонстрировал положительное сверхдоминирование. Указанные гибридные комбинации представляют большой интерес для производства.

Благодарности. Работа выполнена под научным руководством доктора сельскохозяйственных наук Э.Б. Бочкарёвой.

#### Литература

1. Воскресенская Г.С., Шпота В.И. Руководство по селекции и семеноводству масличных культур. – М.: Колос, 1967. – С. 173–237.
2. McVetty P.B.E. Comparison of the effect of nap and pol cytoplasm on the performance of three summer oilseed rape cultivar-derived isoline pairs / P.B.E. McVetty, R. Pinish // Can. J. Plant Sci. – 1994. – V.74. – P. 729–731.
3. Горлов С.Л. Селекция озимого рапса (*Brassica napus* L.) на гетерозис: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. – Краснодар, 1995. – 141 с.
4. Пилюк Я.Э. Использование гетерозиса в селекции рапса / Я.Э. Пилюк, В.В. Зеленьяк, А.В. Бакановская // Молекулярная и прикладная генетика. – 2008. – Том 8. – С. 65–72.
5. Bartkowiak-Broda, I. Strategiczne kierunki w hodowli rzepaku w Polsce / I. Bartkowiak-Broda, M. Ogrodowczyk // Рапс: масло, белок, биодизель // Материалы научно-практической конференции (25-27 сентября 2006 г., г. Жодино) / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск. – 2006. – С. 26–35.
6. Лукомец, В.М. Методика проведения агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов, В.Т. Пивень, Уго Торро Корреа, И.И. Шуляк. – Краснодар, 2010. – 327 с.
7. Ефименко С.Г. Экспресс-оценка содержания основных жирных кислот в масле семян рапса с помощью ИК-спектроскопии / С.Г. Ефименко, С.К. Ефименко, Л.А. Кучеренко, Я.А. Нагалева // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 35–40.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки). – М.: Агропромиздат, 1988. – 352 с.
9. Омаров Д.С. К методике учёта и оценки гетерозиса у растений // Сельскохозяйственная биология. – М.: Колос, 1975. – С. 123–127.
10. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum // Iowa State J. Science. – 1965. – Vol. 39 (3). – P. 345–358.

#### **INHERITANCE OF THE MAIN ECONOMICALLY IMPORTANT TRAITS BY F<sub>1</sub> HYBRIDS OF SPRING RAPESEED (*Brassica napus* L.)**

**Strelnikov E.A., Gorlova L.A.**

The article presents data on the manifestation of heterosis in experimental hybrids of the first generation of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) on the main economically important traits in the conditions of the central zone of the Krasnodar region. The true and competitive heterosis and the degree of phenotypic dominance in five promising hybrids of spring rapeseed were determined.

A high effect of true heterosis (93.5 %) and competitive heterosis (13.7 %) by seed yield was observed. In the control nursery, hybrid combinations ML-3TA × YARK-1PS4 and ML-6GA × YARK-1PS4 showed high indicators of both true and competitive heterosis, as well as overdominance in yield and oil yield per 1 ha. In terms of oil content of seeds, the selected combinations showed intermediate inheritance and positive overdominance of the trait.

Key words: spring rapeseed, true and competitive heterosis, F<sub>1</sub> hybrids, inheritance, yield, oil content, oil yield.