

## ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СЕЛЕКЦИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Научная статья

УДК 635.615:631.527.56

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-132-139

**Характеристика межлинейных гибридов  $F_1$  арбуза столового по степени доминирования и величине истинного и гипотетического гетерозиса****Е. А. Варивода, Н. Г. Байбакова***Федеральный научный центр овощеводства, Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦО, Быковский р-н, Волгоградская обл., Россия***Автор, ответственный за переписку:** Елена Александровна Варивода, [elena-varivoda@mail.ru](mailto:elena-varivoda@mail.ru)

**Актуальность.** В селекции растений гетерозис является одним из важнейших и перспективных направлений. Развитие гетерозисной селекции в бахчеводстве позволит получать гибриды с высокой приспособляемостью к различным условиям выращивания, высоким гетерозисным эффектом по количественным и качественным признакам.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в богарных условиях Волгоградского Заволжья. Объект исследований – гетерозисные гибриды арбуза. Методы исследования – гибридизация и инцухт. Стандарт – гибрид арбуза Бархан  $F_1$ .

**Результаты.** В результате исследований по средней массе плода стандарт превысили гибриды ЧмсМт и ЧмсФт на 1,1 кг. Самая высокая средняя урожайность за два года исследований отмечена у гибридов  $F_1$  ЧмсНц – 24,3 т/га, ЧмсФт – 24,1 т/га, ЧмсМт – 23,1 т/га (стандарт – 20,8 т/га). Наследование массы плода по принципу сверхдоминирования отмечено у гибридов ЧмсМк, ЧмсРн, ЧмсНц, ЧмсМт. Эти же гибриды по массе плода отличались положительными показателями гипотетического и истинного гетерозиса. Высокую степень доминирования по урожайности показали гибриды ЧмсФт, ЧмсНц, ЧмсИр. У всех гетерозисных гибридов арбуза показатель гипотетического гетерозиса имеет положительные результаты. Отрицательный истинный гетерозис (–0,49%) отмечен у гибридов ЧмсРн и ЧмсПХ. У остальных исследуемых гибридов арбуза истинный гетерозис имел положительные показатели и колебался от 2,4% у ЧмсИр до 11,06% у ЧмсФт.

**Заключение.** Выделены гетерозисные гибриды арбуза, созданные на основе стерильной материнской линии Чмс, обладающие высокими показателями истинного и гипотетического гетерозиса по показателям массы плода и урожайности.

**Ключевые слова:** гетерозисные гибриды, урожайность, масса плода, наследование признаков

**Благодарности:** работа выполнена по Государственному заданию № FNRN-2019-0067 ФНП Фундаментальные научные исследования «Создать сорта и гибриды овощных, бахчевых и цветочных культур с комплексом хозяйственно ценных признаков для открытого грунта и различных культивационных сооружений, различных целей использования (свежее потребление, переработка, хранение), высокими потребительскими качествами и повышенным содержанием БАВ с целью включения в технологии разного уровня интенсивности».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Для цитирования:** Варивода Е.А., Байбакова Н.Г. Характеристика межлинейных гибридов  $F_1$  арбуза столового по степени доминирования и величине истинного и гипотетического гетерозиса. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(3):132-139. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-132-139

## DOMESTIC PLANT BREEDING AT THE PRESENT STAGE

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-132-139

**Characteristics of interline table watermelon  $F_1$  hybrids according to the degrees of dominance and indices of true and hypothetical heterosis**

Elena A. Varivoda, Nina G. Baibakova

*Federal scientific vegetable center, Bikovskaya Cucurbit Breeding Experimental Station – branch of the FSBSI FSVS, Bykovsky Dist., Volgograd Province, Russia***Corresponding author:** Elena A. Varivoda, [elena-varivoda@mail.ru](mailto:elena-varivoda@mail.ru)

**Background.** Heterosis is one of the most important and promising plant breeding trends. Its development will make it possible to obtain hybrids with high adaptability and a high heterosis effect in their quantitative and qualitative characteristics.

**Materials and methods.** The studies were carried out under dry conditions of the Volgograd Trans-Volga region in 2019–2020. Heterotic hybrids of table watermelon served as the research material, and hybridization and inbreeding as research methods. The heterotic  $F_1$  hybrid of watermelon Barkhan was used as the reference.

**Results.** The characteristics of heterotic watermelon hybrids were compared with the parental forms and the Barkhan  $F_1$  reference. The length of the growing season in heterotic hybrids was inherited intermediately. In the average fruit weight, the reference was exceeded by the hybrids ChmsMt and ChmsFt by 1.1 kg. The highest average yield for the two years of research was observed in the  $F_1$  hybrids ChmsNts (24.3 t/ha), ChmsFt (24.1) and ChmsMt (23.1) (reference: 20.8 t/ha). The inheritance of fruit weight according to the principle of overdominance occurred in the  $F_1$  hybrids ChmsMk, ChmsRn, ChmsNts and ChmsMt. In their fruit weight, the same hybrids showed positive indices of hypothetical and true heterosis. The  $F_1$  hybrids ChmsFt, ChmsNts and ChmsIR demonstrated high degrees of dominance in yield (1.8 to 5.0%). The index of hypothetical heterosis had positive results in all studied heterotic watermelon hybrids. Negative true heterosis (–0.49%) was observed in two  $F_1$  hybrids, ChmsRn and ChmsPH. The remaining watermelon hybrids had positive true heterosis indices that ranged from 2.4% in ChmsIR to 11.06% in ChmsFt.

**Conclusion.** As a result of the studies, heterotic hybrids of watermelon, developed on the basis of the sterile mother line Chms, were identified for high indices of true and hypothetical heterosis in fruit weight and yield parameters.

**Key words:** heterotic hybrids, yield, fruit weight, inheritance of traits

**Acknowledgements:** the work was carried out according to State Task No. FNRN-2019-0067 FNP: Fundamental scientific research “To create cultivars and hybrids of vegetable, cucurbit and flower crops with a set of valuable agronomic traits for open ground and various cultivation facilities, for various uses (fresh consumption, processing, and storage), with high consumer qualities and high content of bioactive compounds in order to include them in technologies of different intensity levels”. The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**For citation:** Varivoda E.A., Baibakova N.G. Characteristics of interline table watermelon  $F_1$  hybrids according to the degrees of dominance and indices of true and hypothetical heterosis. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(3): 132-139. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-132-139

## Введение

Одним из важнейших факторов процветания страны является здоровье и повышение долголетия нации. Отрасль овощеводства является одним из главных факторов обеспечения продовольственной безопасности, так как овощи играют важную роль в структуре питания (Soldatenko, Pishnaya, 2018). Неотъемлемой частью этой отрасли является бахчеводство. Доля потребления бахчевых культур, по нормам Минздрава РФ, должна составлять 10,7% от всей овощной продукции (15 кг в год на 1 человека). По данным Федеральной службы государственной статистики, потребление овощной и бахчевой продукции в 2020 г. составило 103,9 кг в среднем на потребителя в год, из них арбуза и дыни – 12,1 кг (Federal State..., 2021). Для обеспечения населения бахчевой продукцией в полном объеме необходимо расширить сортимент высокоурожайных отечественных сортов и гибридов, отличающихся хорошей технологичностью, отзыв-

определение истинного и гипотетического гетерозиса, а также степени доминирования фенотипических признаков.

## Материалы и методы

Объект исследований – восемь гетерозисных гибридов арбуза, полученных при скрещивании стерильной материнской линии Чмс с отцовскими линиями. Место проведения исследований – Быковская бахчевая селекционная опытная станция, зона Волгоградского Заволжья. Район исследований, согласно климатическому районированию, отнесен к очень теплой и умеренно сухой сухостепной и полупустынной зоне с гидротермическим коэффициентом (ГТК) 0,6–0,4 (Agroclimatic reference..., 1967).

Погодные условия периода исследований (табл. 1) оценивали по гидротермическому коэффициенту (ГТК), который рассчитывали по формуле Г. Т. Селянинова (Selyaninov, 1958).

**Таблица 1. Характеристика погодных условий периода исследований 2019–2020 гг.**  
(Быковская бахчевая опытная станция)

**Table 1. Characteristics of weather conditions in the research period of 2019–2020**  
(Bykovskaya Cucurbit Breeding Experimental Station)

| Период исследований             | Сумма осадков, мм | Сумма активных температур, °С | Гидротермический коэффициент | Влагообеспеченность |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|
| Май – сентябрь 2019 г.          | 165,7             | 3285                          | 0,5                          | засушливый          |
| Май – сентябрь 2020 г.          | 272,6             | 3388                          | 0,8                          | средневлажный       |
| Среднее за вегетационный период | 219,15            | 3336,5                        | 0,65                         |                     |

чивостью на высокие дозы удобрений, выравненностью по форме и размеру, высококачественными пищевыми свойствами, а также устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям, болезням и вредителям. Одним из перспективных направлений в растениеводстве является гетерозисная селекция, позволяющая быстро проводить сортосмену и сортообновление. Гетерозисные гибриды можно получить за 3–4 года, тогда как на получение нового сорта методом классической селекции уходит 6, а зачастую и 10 лет (Varivoda et al., 2020).

Наиболее распространенная культура среди бахчевых – это арбуз. Арбуз (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai) является одной из наиболее экономически важных мировых продовольственных культур (Wijesinghe et al., 2020). Гетерозис у арбуза может проявляться по урожайности, массе плода и содержанию сухих растворимых веществ (Bansal et al., 2002; Do Nascimento et al., 2018). Однако создание гетерозисных гибридов арбуза затруднено в связи с трудностью получения стерильных родительских форм (Zhang, 2012). Одной из форм проявления стерильности у арбуза является генная мужская стерильность, механизм которой у арбуза малоизучен (Wei et al., 2021).

На Быковской бахчевой селекционной опытной станции получена материнская линия арбуза с мужской стерильностью и двумя рецессивными признаками (цельнолистность, контролируемая геном *nl*, и светло-зеленая окраска плода, контролируемая геном *q*) – Линия Чмс (ЛЧмс).

Цель данной работы – оценка гетерозисных гибридов арбуза, созданных на основе стерильной материнской линии, по комплексу хозяйственно ценных признаков,

Участок размещался в трехпольном севообороте: пар, бахча, яровые зерновые. Почвы светло-каштановые, супесчаные. Метод исследования – лабораторно-полевой. Гетерозисные гибриды испытывались в полевых условиях, по 30 растений на делянке, площадь питания одного растения – 4 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная.

Проводили оценку гибридов F<sub>1</sub> по хозяйственно ценным признакам: длина вегетационного периода, масса плода, урожайность – в сравнении с родительскими формами и стандартом. В качестве стандарта использовали гетерозисный гибрид арбуза столового иностранной селекции Бархан F<sub>1</sub>.

Определяли истинный и гипотетический гетерозис. Гетерозис истинный (Г<sub>ист.</sub>) характеризует более сильное проявление признака в F<sub>1</sub> по сравнению с лучшей родительской формой. Для оценки использовали метод расчета коэффициентов истинного гетерозиса по Д. С. Омарову (Omarov, 1975):

$$Г_{ист.} = F_1 - P_{луч.} / P_{луч.} \times 100\%;$$

где F<sub>1</sub> – изучаемый показатель у гибрида; P<sub>луч.</sub> – этот же показатель у лучшего родителя.

Гипотетический гетерозис (Г<sub>гип.</sub>) – превосходство гибрида над средним, характерным для обоих родителей признаком. Формула для определения гипотетического гетерозиса имеет следующий вид:

$$Г_{гип.} = F_1 - P_{ср.} / P_{ср.} \times 100\%;$$

где F<sub>1</sub> – изучаемый показатель у гибрида; P<sub>ср.</sub> – средний показатель между родительскими формами (P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub>) / 2.

Степень фенотипического доминирования (показатель наследования признаков) в контролируемых скрещиваниях определяли по методу Гриффинга (Griffing, 1956). Степень доминирования ( $H_p$ ) определяли по формуле:

$$H_p = \frac{F_1 - MF}{HF - MF},$$

где  $H_p$  – показатель наследования;  $F_1$  – среднее значение признака в гибридной семье;  $MF$  – среднее значение признака между обоими родителями;  $HF$  – значение признака у лучшего родителя.

### Результаты исследований и их обсуждение

Как доказано большинством отечественных и зарубежных исследователей, величина гетерозиса зависит от выбора родителей и их генетических признаков. Селекционеры могут подбирать родительские формы для скрещивания по различным параметрам: эколого-географические особенности, продуктивность, продолжительность фаз вегетации, различная устойчивость к бо-

лезням и вредителям (Sapovadiya et al., 2013; Gadjiyev et al., 2020). Для успешного создания гетерозисных гибридов необходимо комплексное изучение селекционного материала. Выделение доноров и источников эффективной работы генетических систем, определяющих адаптивность и продуктивность родительских форм создаваемых гибридов, обеспечит возможность предсказания величины признака у гибрида при объединении в генотипе гибрида наиболее эффективно работающих аллелей (Dragavtsev, 2011).

В нашей работе в качестве материнской формы использовалась линия с мужской стерильностью – Линия Чмс (ЛЧмс). Линия имеет плоды средних размеров, светло-зеленой окраски, без рисунка. Мякоть розовая. Содержание сухого растворимого вещества – 10,2–11,2%. Вегетационный период – 63–65 сут. В качестве отцовских форм использовали линии, полученные с помощью инцухтирования сортов отечественной селекции.

Характеристика полученных гибридов  $F_1$  арбуза и родительских форм по основным хозяйственным признакам представлена в таблице 2.

**Таблица 2.** Характеристика родительских форм и гетерозисных гибридов арбуза по хозяйственно ценным признакам, среднее за 2019–2020 гг.

**Table 2.** Characteristics of parental forms and heterotic hybrids of watermelon according to valuable agronomic traits, averaged for 2019–2020

| Назва-<br>ние об-<br>раза | Длина ве-<br>гетаци-<br>онного<br>периода | Содержа-<br>ние об-<br>щего са-<br>хара, % | Содержа-<br>ние сухо-<br>го веще-<br>ства, % | Масса плода, кг |                            | Урожайность, т/га |                            |
|---------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|
|                           |                                           |                                            |                                              | средняя         | отклонение<br>от стандарта | средняя           | отклонение<br>от стандарта |
| Родительские формы        |                                           |                                            |                                              |                 |                            |                   |                            |
| ЛЧms                      | 65                                        | 9,15                                       | 10,8                                         | 6,5             | –                          | 20,5              | –                          |
| Нц                        | 75                                        | 8,40                                       | 11,2                                         | 7,0             | –                          | 22,8              | –                          |
| Рн                        | 75                                        | 8,85                                       | 11,3                                         | 7,3             | –                          | 18,1              | –                          |
| Мк                        | 75                                        | 11,35                                      | 12,5                                         | 7,0             | –                          | 20,1              | –                          |
| ПХ                        | 74                                        | 9,15                                       | 11,4                                         | 7,0             | –                          | 18,2              | –                          |
| Мр                        | 72                                        | 10,45                                      | 12,5                                         | 7,7             | –                          | 21,2              | –                          |
| Мт                        | 77                                        | 10,00                                      | 12,6                                         | 8,5             | –                          | 21,8              | –                          |
| Фт                        | 79                                        | 10,50                                      | 12,1                                         | 9,0             | –                          | 21,7              | –                          |
| Ир                        | 84                                        | 10,65                                      | 12,9                                         | 7,5             | –                          | 19,3              | –                          |
| НСР <sub>05</sub>         | –                                         | –                                          | –                                            | 0,42            | –                          | 1,43              | –                          |
| Гетерозисные гибриды      |                                           |                                            |                                              |                 |                            |                   |                            |
| Бархан, st                | 72                                        | 8,45                                       | 10,9                                         | 7,7             |                            | 20,8              |                            |
| ЛЧmsНц                    | 67                                        | 8,50                                       | 10,9                                         | 7,3             | -0,4                       | 24,3              | +3,5                       |
| ЛЧmsРн                    | 67                                        | 8,85                                       | 10,9                                         | 7,5             | -0,2                       | 20,4              | -0,4                       |
| ЛЧmsМк                    | 69                                        | 10,45                                      | 11,9                                         | 7,5             | -0,2                       | 22,5              | +1,7                       |
| ЛЧmsПХ                    | 70                                        | 9,15                                       | 10,8                                         | 6,5             | -1,2                       | 20,4              | -0,4                       |
| ЛЧmsМр                    | 67                                        | 10,00                                      | 11,4                                         | 7,3             | -0,4                       | 22,3              | +1,5                       |
| ЛЧmsМт                    | 71                                        | 10,45                                      | 12,0                                         | 8,8             | +1,1                       | 23,1              | +2,3                       |
| ЛЧmsФт                    | 72                                        | 10,00                                      | 11,8                                         | 8,8             | +1,1                       | 24,1              | +3,3                       |
| ЛЧmsИр                    | 72                                        | 10,00                                      | 11,6                                         | 7,3             | -0,4                       | 21,0              | +0,2                       |
| НСР <sub>05</sub>         | –                                         | 0,42                                       | –                                            | 0,34            | –                          | 1,16              | –                          |

По данным таблицы 2 видно, что самым коротким вегетационным периодом обладает материнская линия ЛЧмс – 65 суток, у отцовских форм этот показатель колебался от 72 у линии Мр до 84 суток у линии Ир. Среди гетерозисных гибридов арбуза по скороспелости выделились гибриды: ЛЧмсНц, ЛЧмсРн, ЛЧмсМр. Период их вегетации составил 67 суток, что на 5 суток короче стандарта, гибрида Бархан F<sub>1</sub>. Быстрее стандарта на 2-3 суток созрели гибриды ЛЧмсМк, ЛЧмсПХ. Все остальные гетерозисные гибриды по скорости вступления в плодоношение были на уровне стандарта. По сравнению с родительскими формами, по скороспелости гетерозисные гибриды занимают промежуточное положение.

Содержание общего сахара и сухого вещества у гибридов F<sub>1</sub> наследуется промежуточно. Самыми высокими зна-

самая высокая урожайность была у ЛЧмсНц и ЛЧмсФт: превышение над стандартом составило 3,5 и 3,3 т/га соответственно (см. табл. 2).

При производстве гибридов F<sub>1</sub> важно знать тип наследования признака и его адаптивные возможности. Для анализа закономерности наследования признаков рассчитывали степень доминирования признаков и эффекты гипотетического и истинного гетерозиса по показателям «средняя масса плода» и «урожайность».

Сверхдоминирование по признаку «средняя масса плода» отмечено у четырех гибридных комбинаций арбуза: ЛЧмсНц (2,5), ЛЧмсРн (1,5), ЛЧмсМк (3,5), ЛЧмсМт (1,3). Отрицательное сверхдоминирование наблюдается у комбинации ЛЧмсПХ, а отрицательное доминирование – у ЛЧмсИр (табл. 3).

**Таблица 3. Степень доминирования гетерозисных гибридов арбуза столового по средней массе плода**

**Table 3. The degree of dominance in heterotic hybrids of table watermelon according to the average fruit weight**

| Комбинация скрещивания | Масса плода, кг           |                                       |                                    | Степень доминирования, Нр* |     |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----|
|                        | у гибридов F <sub>1</sub> | средняя по родителям, Р <sub>ср</sub> | у лучшего родителя, Р <sub>л</sub> |                            |     |
| ЛЧмсНц                 | 7,3                       | 6,8                                   | 7,0                                | 2,5                        | СД  |
| ЛЧмсРн                 | 7,5                       | 6,9                                   | 7,3                                | 1,5                        | СД  |
| ЛЧмсМк                 | 7,5                       | 6,8                                   | 7,0                                | 3,5                        | СД  |
| ЛЧмсПХ                 | 6,5                       | 6,8                                   | 7,0                                | -1,5                       | -СД |
| ЛЧмс Мр                | 7,3                       | 7,1                                   | 7,7                                | 0,3                        | ПР  |
| ЛЧмсМт                 | 8,8                       | 7,5                                   | 8,5                                | 1,3                        | СД  |
| ЛЧмсФт                 | 8,8                       | 7,8                                   | 9,0                                | 0,8                        | Д   |
| ЛЧмсИр                 | 7,3                       | 7,5                                   | 7,0                                | -0,7                       | -Д  |

Примечание: \* – значения Нр от -∞ до -1 – отрицательное сверхдоминирование признака (-СД); от -1 до -0,5 – отрицательное доминирование (-Д); от -0,5 до 0,5 – промежуточное наследование (ПР); от 0,5 до 1 – положительное доминирование (Д); от 1 до ∞ – положительное сверхдоминирование (СД); при Нр = ±1 – полное доминирование лучшего (+) или худшего (-) проявления признака

Note: \* – Нр values from -∞ to -1: negative overdominance of the trait (-СД); from -1 to -0.5: negative dominance (-Д); from -0.5 to 0.5: intermediate inheritance (ПР); from 0.5 to 1: positive dominance (Д); from 1 to ∞: positive overdominance (СД); at Нр = ±1: complete dominance of the best (+) or worst (-) manifestation of the trait

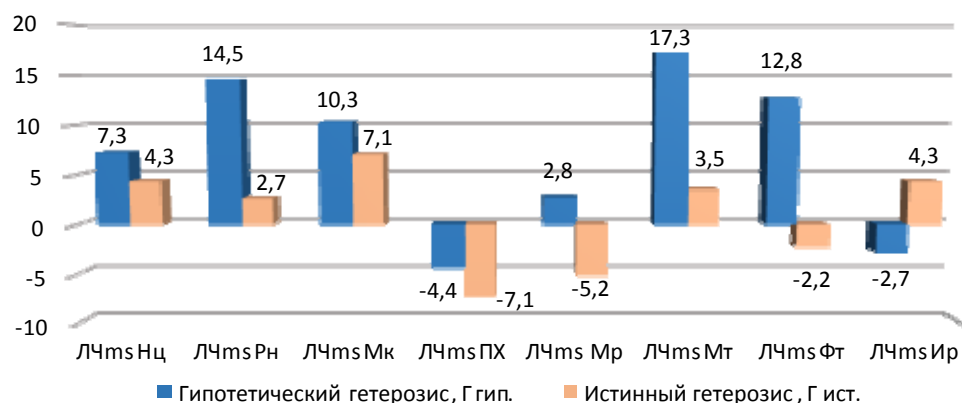
чениями по содержанию общего сахара (10,45%) отличались гетерозисные гибриды ЛЧмсМк и ЛЧмсМт. По содержанию сухого вещества превысили стандарт Бархан F<sub>1</sub> (10,9%) гибриды: ЛЧмсМт – 12,0%, ЛЧмсМк – 11,9%, ЛЧмсФт – 11,8%, ЛЧмсИр – 11,6% и ЛЧмсМр – 11,4%.

Показатель «масса плода» у родительских форм варьирует от 6,5 кг (материнская ЛЧмс) до 9,0 кг (отцовская линия Фт). У гетерозисных гибридов колебание показателя «средняя масса плода» составило от 6,5 до 8,8 кг. Достоверно превышают стандарт гибриды ЛЧмсМт и ЛЧмсФт – на 1,1 кг.

Средняя урожайность гетерозисных гибридов арбуза за годы исследования составляла от 20,4 до 24,3 т/га. Самый низкий показатель урожайности среди родительских форм отмечен у образцов Рн (18,1 т/га) и ПХ (18,2 т/га). Выше всех показатель урожайности был у образца Нц – 22,8 т/га. Среди гетерозисных гибридов

Высокий гипотетический гетерозис по средней массе плода выявлен у гетерозисных гибридов ЛЧмсНц, ЛЧмсРн, ЛЧмсМк, ЛЧмсМт, ЛЧмсФт, его показатель варьировал от 7,3 до 17,3%. Показатель истинного гетерозиса колебался от 2,7% у комбинации ЛЧмсРн до 7,1% у комбинации ЛЧмсМк. Отрицательными показателями истинного гетерозиса характеризовались гибриды ЛЧмсМр и ЛЧмсФт – от -5,2% до -2,2% соответственно. По признаку «средняя масса плода» гетерозис отсутствовал у комбинации ЛЧмсПХ (рис. 1).

Степень доминирования по признаку «урожайность» практически во всех гибридных комбинациях характеризовалась как сверхдоминирование. Только у комбинаций ЛЧмсРн и ЛЧмсПХ этот признак наследуется по принципу доминирования (табл. 4). У этих же двух комбинаций (рис. 2) отмечен отрицательный эффект истинного гетерозиса (-0,49%).



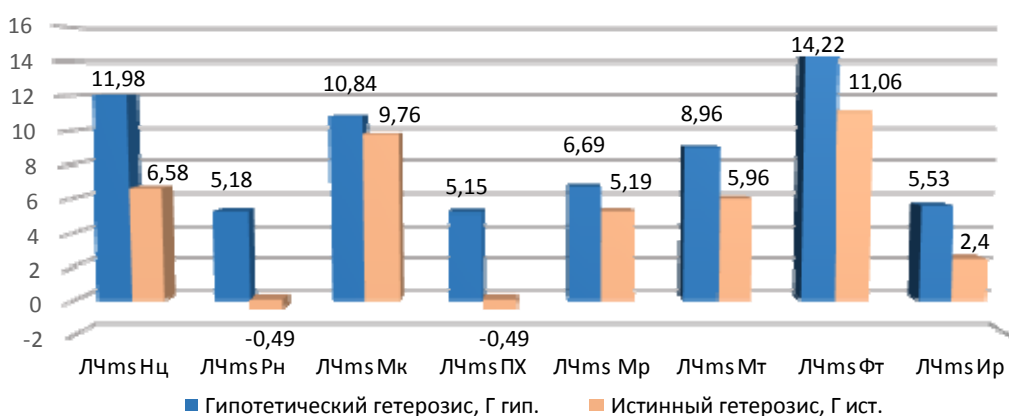
**Рис. 1.** Величина гипотетического и истинного гетерозиса у гибридов  $F_1$  арбуза столового по средней массе плода  
**Fig. 1.** Hypothetical and true heterosis index values for table watermelon  $F_1$  hybrids according to their average fruit weight

**Таблица 4.** Степень доминирования гетерозисных гибридов арбуза столового по урожайности  
**Table 4.** The degree of dominance in heterotic table watermelon hybrids according to their yield

| Комбинация скрещивания | Урожайность, т/га |                                |                           | Степень доминирования, $H_p^*$ |    |
|------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----|
|                        | у гибридов $F_1$  | средняя по родителям, $P_{cp}$ | у лучшего родителя, $P_l$ |                                |    |
| ЛЧmsНц                 | 24,3              | 21,7                           | 22,8                      | 2,3                            | СД |
| ЛЧmsРн                 | 20,4              | 19,3                           | 20,5                      | 0,9                            | Д  |
| ЛЧmsМк                 | 22,5              | 20,3                           | 20,5                      | 1,1                            | СД |
| ЛЧmsПХ                 | 20,4              | 19,4                           | 20,5                      | 0,9                            | Д  |
| ЛЧms Мр                | 22,3              | 20,9                           | 21,2                      | 1,1                            | СД |
| ЛЧmsМт                 | 23,1              | 21,2                           | 21,8                      | 1,3                            | СД |
| ЛЧmsФт                 | 24,1              | 21,1                           | 21,7                      | 5,0                            | СД |
| ЛЧmsИр                 | 21,0              | 19,9                           | 20,5                      | 1,8                            | СД |

Примечание: \* – значения  $H_p$  от  $-\infty$  до  $-1$  – отрицательное сверхдоминирование признака (–СД); от  $-1$  до  $-0,5$  – отрицательное доминирование (–Д); от  $-0,5$  до  $0,5$  – промежуточное наследование (ПР); от  $0,5$  до  $1$  – положительное доминирование (Д); от  $1$  до  $\infty$  – положительное сверхдоминирование (СД); при  $H_p = \pm 1$  – полное доминирование лучшего (+) или худшего (–) проявления признака

Note: \* –  $H_p$  values from  $-\infty$  to  $-1$ : negative overdominance of the trait (–СД); from  $-1$  to  $-0,5$ : negative dominance (–Д); from  $-0,5$  to  $0,5$ : intermediate inheritance (ПР); from  $0,5$  to  $1$ : positive dominance (Д); from  $1$  to  $\infty$ : positive overdominance (СД); at  $H_p = \pm 1$ : complete dominance of the best (+) or worst (–) manifestation of the trait



**Рис. 2.** Величина гипотетического и истинного гетерозиса у гибридов  $F_1$  арбуза столового по урожайности, %  
**Fig. 2.** Hypothetical and true heterosis index values for table watermelon  $F_1$  hybrids according to their yield, %

Самым высоким гетерозисом, как гипотетическим, так и истинным, обладают гибридные комбинации ЛЧmsФТ ( $\Gamma_{\text{гип.}}$  – 14,22%,  $\Gamma_{\text{ист.}}$  – 11,06%), ЛЧmsНц ( $\Gamma_{\text{гип.}}$  – 11,98%,  $\Gamma_{\text{ист.}}$  – 6,58%), ЛЧmsМк ( $\Gamma_{\text{гип.}}$  – 10,84%,  $\Gamma_{\text{ист.}}$  – 9,76%), ЛЧmsМт ( $\Gamma_{\text{гип.}}$  – 8,96%,  $\Gamma_{\text{ист.}}$  – 5,96%).

### Выводы

Результаты проведенных исследований по изучению новых гетерозисных гибридов арбуза показали, что наследование таких показателей, как длина вегетационного периода, содержание сухого вещества и общего сахара, у гетерозисных гибридов арбуза носит промежуточный характер.

Наследование урожайности у гибридов арбуза происходит по принципу сверхдоминирования и доминирования. Признак «масса плода» у 50% изученных гетерозисных гибридов наследуется по принципу сверхдоминирования.

В результате проведенной работы выделены перспективные гетерозисные гибриды арбуза столового по комплексу хозяйственно ценных признаков. По урожайности и высокому содержанию сухого вещества для дальнейшей работы перспективными являются гибриды  $F_1$ : ЛЧmsМк, ЛЧmsМр, ЛЧmsМт, ЛЧmsФт.

Высоким гипотетическим и истинным гетерозисным эффектом по признакам «масса плода» и «урожайность» обладают гибридные комбинации: ЛЧmsНц, ЛЧmsМк, ЛЧmsМт.

### References / Литература

- Agroclimatic reference book for Volgograd Province (Agroklimaticheskiiy spravochnik po Volgogradskoy oblasti). Leningrad: Gidrometeoizdat; 1967. [in Russian] (Агроклиматический справочник по Волгоградской области. Ленинград: Гидрометеиздат; 1967).
- Bansal R., Souch B.S., Dhali R.K. Heterosis in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.). *Environment and Ecology*. 2002;20(4):976-979.
- Do Nascimento T.L., de França Souza F., de Cássia Souza Dias R., da Silva E.F. Agronomic characterization and heterosis in watermelon genotypes. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2018;48(2):170-177.
- Dragavtsev V.A. Ecological and genetic organization of quantitative traits of plants and the theory of breeding indices (Ekologo-geneticheskaya organizatsiya kolichestvennykh priznakov rasteniy i teoriya selektsionnykh indeksov). In: *Ecological Genetics of Cultivated Plants (Ekologicheskaya genetika kulturnykh rasteniy)*. Krasnodar; 2011. p.31-50. [in Russian] (Драгавцев В.А. Эколого-генетическая организация количественных признаков растений и теория селекционных индексов. В кн.: *Экологическая генетика культурных растений*. Краснодар; 2011. С.31-50).
- Federal State Statistics Service. Household food consumption in 2020 (Potrebleniye produktov pitaniya v domashnikh khozyaystvakh v 2020 godu). Moscow; 2021. [in Russian] (Федеральная служба государственной статистики. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2020 году. Москва; 2021). URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Potreb\\_prod\\_pitan-2020.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Potreb_prod_pitan-2020.pdf) [дата посещения: 16.11.2021].
- Gadjiyev N.M., Lebedeva V.A., Rybakov D.A., Ivanov A.V., Zheltova V.V., Fomina N.A. et al. On using data from marker-assisted selection of source material and inter-varietal hybrids in practical potato breeding. *Agricultural Biology*. 2020;55(5):981-994. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.5.981eng
- Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*. 1956;(9):463-493.
- Lushchik A.A. Assessment of the need for vegetables in accordance with rational norms of consumption. *Vegetable Crops of Russia*. 2019;2(46):16-21. [in Russian] (Лущик А.А. Оценка потребности в овощах в соответствии с рациональными нормами их потребления. *Овощи России*. 2019;2(46):16-21). DOI: 10.18619/2072-9146-2019-2-16-21
- Omarov D.S. To the method of recording and assessing heterosis in plants (K metodike ucheta i otsenki geterozisa u rasteniy). *Agricultural Biology*. 1975;10(1):123-127. [in Russian] (Омаров Д.С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений. *Сельскохозяйственная биология*. 1975;123-127).
- Sapovadiya M.H., Dhaduk H.L., Mehta D.R., Patel N.B. Heterosis in watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.]. *Progressive Research*. 2013;8(2):217-220.
- Selyaninov G.T. The origin and dynamics of droughts (Proiskhozhdeniye i dinamika zasukh). In: *Droughts in the USSR. Their origin, frequency and impact on the yield (Zasukhi v SSSR. Ikh proiskhozhdeniye, povtoryayemost i vliyaniye na urozhay)*. A.I. Rudenko (ed.). Leningrad: Gidrometeoizdat; 1958. p.5-30. [in Russian] (Селянинов Г.Т. Происхождение и динамика засух. В кн.: *Засухи в СССР. Их происхождение, повторяемость и влияние на урожай* / под ред. А.И. Руденко. Ленинград: Гидрометеиздат; 1958. С.5-30).
- Soldatenko A.V., Pishnaya O.N. The role of vegetable breeding and modern researches in food stability. *Vegetable Crops of Russia*. 2018;(5):5-8. [in Russian] (Солдатенко А.В., Пышная О.Н. Роль селекции овощных культур и современных исследований в продовольственной стабильности. *Овощи России*. 2018;(5):5-8). DOI: 10.18619/2072-9146-2018-5-5-8
- Varivoda E.A., Baybakova N.G., Varivoda G.V. General combinative ability of parental lines of watermelon in terms of yield and dry matter content. *Vegetable Crops of Russia*. 2020;(5):29-33. [in Russian] (Варивода Е.А., Байбакова Н.Г., Варивода Г.В. Общая комбинационная способность родительских линий арбуза по урожайности и содержанию сухого вещества. *Овощи России*. 2020;(5):29-33). DOI: 10.18619/2072-9146-2020-5-29-33
- Wei C., Zhang R., Yue Z., Yan X., Cheng D., Li J. et al. The impaired biosynthetic networks in defective tapetum lead to male sterility in watermelon. *Journal of Proteomics*. 2021;243:104241. DOI: 10.1016/j.jprot.2021.104241
- Wijesinghe S.A.E.C., Evans L.J., Kirkland L., Rader R. A global review of watermelon pollination biology and ecology: The increasing importance of seedless cultivars. *Scientia Horticulturae*. 2020;271:109493. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109493
- Zhang Y., Cheng Z., Ma J., Xian F., Zhang X. Characteristics of a novel male-female sterile watermelon (*Citrullus lanatus*) mutant. *Scientia Horticulturae*. 2012;140:107-114. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.03.020

*Информация об авторах*

**Елена Александровна Варивода**, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр овощеводства, Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦО (Быковская БСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО), 404067 Россия, Волгоградская обл., Быковский р-н, пос. Зеленый, ул. Сиреневая, 11, elena-varivoda@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5580-4813>

**Нина Генриховна Байбакова**, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр овощеводства, Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦО (Быковская БСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО), 404067 Россия, Волгоградская обл., Быковский р-н, пос. Зеленый, ул. Сиреневая, 11, <https://orcid.org/0000-0002-6407-2631>

*Information about the authors*

**Elena A. Varivoda**, Senior Researcher, Federal scientific vegetable center, Bikovskaya Cucurbit Breeding Experimental Station – branch of the FSBSI FSVC, 11 Sirenevaya St., Zelyony Settlem., Bykovsky Dist., Volgograd Province 404067, Russia, elena-varivoda@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5580-4813>

**Nina G. Baibakova**, Senior Researcher, Federal scientific vegetable center, Bikovskaya Cucurbit Breeding Experimental Station – branch of the FSBSI FSVC, 11 Sirenevaya St., Zelyony Settlem., Bykovsky Dist., Volgograd Province 404067, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-6407-2631>

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests:** the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.02.2022; одобрена после рецензирования 22.03.2022; принята к публикации 06.09.2022.  
The article was submitted on 17.02.2022; approved after reviewing on 22.03.2022; accepted for publication on 06.09.2022.