

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-76-83>
УДК 635.63:631.527.57:631.527.33

Т.И. Мокрянская,
В.Ф. Гороховский

ГУ «Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
Приднестровская Молдавская Республика, г. Тирасполь, ул. Мира, 50

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

Для цитирования: Мокрянская Т.И., Гороховский В.Ф. Характер проявления гетерозиса – надежный индикатор высокой специфической комбинационной способности у огурца пчелоопыляемого типа. *Овощи России*. 2021;(3):76-83.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-76-83>

Поступила в редакцию: 10.03.2021

Принята к печати: 01.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Tatiana I. Mokryanskaya,
Vitaly F. Gorokhovskiy

State Institution "Pridnestrovian Research Institute of Agriculture"
50, Mira str., Tiraspol,
Pridnestrovian Moldavian Republic

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article.

For citations: Mokryanskaya T.I., Gorokhovskiy V.F. The nature of the manifestation of heterosis is a reliable indicator of a high specific combination ability in a cucumber of the bee-pollinated type. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):76-83. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-76-83>

Received: 10.03.2021

Accepted for publication: 01.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Характер проявления гетерозиса – надежный индикатор высокой специфической комбинационной способности у огурца пчелоопыляемого типа



Резюме

Актуальность. Одним из важнейших этапов в селекции сельскохозяйственных культур на гетерозис является определение комбинационной способности, в частности оценка констант СКС линий перспективных гибридных комбинаций. Цель: на основе лучших гибридных комбинаций создать перспективные гибриды огурца для открытого и защищенного грунта, различного назначения, отличающиеся комплексом хозяйственно полезных признаков, в том числе и высокой урожайностью плодов. Задачи исследований: провести оценку эффектов истинного, гипотетического, конкурсного гетерозиса гибридов огурца по урожайности плодов и констант СКС линий в изучаемых гибридных комбинациях F₁.

Материал и методика исследований. Научно-исследовательская работа выполнена в Приднестровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в 2014-2018 годах в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте при выращивании огурца в расстил и на шпалере. Основным исходным материалом для работы служили формы, полученные в лаборатории селекции овощных культур (с 2019 года лаборатории тыквенных культур) ГУ «Приднестровский НИИ сельского хозяйства»: 5 материнских (6, 43, 65, 71/55, 95) и 11 отцовских форм (41/86, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 68, 90, 96) и 55 перспективных гибридных комбинаций. Большое внимание уделяли степени и характеру проявления гетерозиса у гибридов F₁, которые оценивали по ранней и общей урожайности, выходу стандартных плодов, урожайности корнишонов и зеленцов. Установлена степень проявления истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса гибридов и проведена оценка констант СКС линий в изучаемых комбинациях F₁. Стандартами служили гибриды F₁: Зубренок – селекции ПНИИСХ и Аякс – голландской селекции. В качестве тестеров использовали ЖЛ-6 и Л.96. В исследованиях применены методы селекции – парные и возвратные скрещивания (беккроссы), самоопыление (инкухт), отбор (индивидуальный, групповой и массовый).

Результаты. С положительными эффектами все три типа гетерозиса (истинный, гипотетический и конкурсный) в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере по большинству хозяйственно ценных признаков выделены гибридные комбинации 43х57 (по семи признакам); 71/55х41/86; 65х52 (по шести); 65х41/86, 65х96, 95х68 (по пяти). Высокие константы СКС отмечены в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте (в расстил и на шпалере) у линий в комбинациях 71/55х41/86 (ранняя, общая и урожайность стандартных плодов; урожайность корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см (+1,0; +0,9; +10,6; +1,2), (+1,8; +4,9; +39,8; +2,6), (+2,0; +4,4; +36,8; +2,6), (+1,1; +1,5; +12,9; +2,3); 65х52 (выход корнишонов фракции 5,1-7,0 см) (+12,2; +7,2; +12,5; +7,0); 43х57 (урожайность корнишонов фракции 5,1-7,0 см) (+1,0; +2,0; +6,7; +2,0).

Ключевые слова: селекция, огурец пчелоопыляемый, гибрид, урожайность, гетерозис истинный, гипотетический и конкурсный, константы СКС

The nature of the manifestation of heterosis is a reliable indicator of a high specific combination ability in a cucumber of the bee-pollinated type

Abstract

Relevance. One of the most important stages in the selection of agricultural crops for heterosis is the determination of the combinational ability, in particular, the evaluation of the SCS constants of lines of promising hybrid combinations. Purpose: on the basis of the best hybrid combinations, create promising cucumber hybrids for open and protected ground, for various purposes, characterized by a complex of economically useful features, including high fruit yield. Objective: to evaluate the effects of true, hypothetical, competitive heterosis of hybrids and SCA line constants in the studied F₁ hybrid combinations.

Materials and methods. The research work was carried out in the Pridnestrovian Research Institute of Agriculture in 2014-2018 in greenhouses (spring-summer and summer rotations) and in open ground when growing in a spread and on a trellis. Much attention was paid to the degree and nature of the manifestation of heterosis in F₁ hybrids, which were evaluated by early and total yield, the yield of standard fruits, the yield of gherkins and greens. The degree of manifestation of true, hypothetical and competitive heterosis of hybrids is established and the SCA constants in the studied F₁ combinations are evaluated. The standards were the F₁ Zubrenok hybrids of selection the Pridnestrovian Research Institute of Agriculture and Ajax of the Dutch selection. As testers, JL-6 and L.96 were used. In the studies, selection methods were used – pair and return crosses – backcrosses, self-pollination (incucht), selection (individual, group and mass).

Results. With positive effects, all three types of heterosis (true, hypothetical and competitive) were observed in the spring-summer and summer rotations of film greenhouses and open ground when grown in a spread and on a trellis for most economically valuable traits in hybrid combinations 43х57 (seven traits); 71/55х41/86; 65х52 (six); 65х41/86, 65х96, 95х68 (five). High SCA constants were observed in film greenhouses (spring-summer and summer rotations) and in open ground (in the spread and on the trellis) lines in combinations 71/55х41/86 (early, general and standard fruit yield; gherkins yield fractions of 5.1-7.0 and 7.1-9.0 cm (+1.0; +0.9; +10.6; +1.2), (+1.8; +4.9; +39.8; +2.6), (+2.0; +4.4; +36.8; +2.6), (+1.1; +1.5; +12.9; +2.3); 65х52 (gherkins yield fractions of 5.1-7.0 cm) (+12.2; +7.2; +12.5; +7.0); 43х57 (yield of gherkins of the fraction 5.1-7.0 cm) (+1.0; +2.0; +6.7; +2.0).

Keywords: selection, bee-pollinated cucumber, hybrid, yield, true heterosis, hypothetical and competitive, SCA constants

Введение

Одним из крупнейших достижений генетики в XX веке явилось изучение и практическое использование гетерозиса в селекции растений и в животноводстве. Широкое применение этого метода в последние десятилетия служит весьма убедительным доказательством огромной роли науки в увеличении выхода продукции растениеводства и животноводства и тем самым в обеспечении людей пищей.

Разнообразие путей подхода к изучению гетерозиса способствовало появлению различных способов его оценки и попыток классифицировать разнообразие форм его проявления в гибридах первого поколения, которые оценивают по элементам продуктивности и устанавливают степень проявления истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса.

Степень проявления истинного и гипотетического гетерозиса изучали на горохе овощном О.В. Марченко в соавт. [1], на картофеле – К. Портюев и А.С. Наимов [2], на ячмене яровом – А.Н. Павлова в соавт. [3], на пшенице яровой мягкой – И.В. Коновалова в соавт. [4]; истинного, гипотетического и конкурсного на сорго – О.П. Кибальник [5]; истинного и конкурсного гетерозиса на гибридах огурца – Ю.В. Борцова [6], на подсолнечнике – В.В. Волгин и А.Д. Обыдало [7], на сорго зерновом – Л.Л. Болдырева и В.В. Бритвин [8] и другие.

В частности, Ю.В. Борцова [6], в проводимых исследованиях на гибридах огурца для открытого грунта, делает заключение о высоких «истинном» и «конкурсном» гетерозисных эффектах по признакам «ранняя» и «общая урожайность», которыми обладали четыре гибрида.

Эффекты истинного и гипотетического гетерозиса по урожайности плодов огурца изучали С. Cramer и Т.С. Wehher [9], A Godoy et al. [10] и другие.

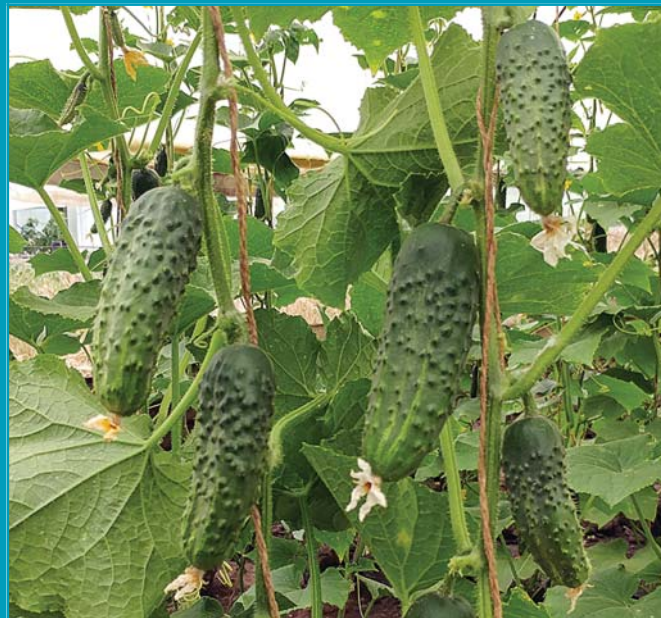
В селекции гетерозисных гибридов большое внимание уделяется, наряду с ценностью хозяйственно ценных признаков и свойств, выявлению комбинационной способности исходных родительских компонентов [11].

Для создания гетерозисных гибридов огурца важное значение имеет высокая общая и специфическая комбинационная способность исходного материала, позволяющая отобрать ценные генотипы на раннем этапе селекции М. Rahimi et al. [12], J.A. Olfati et al. [13], F. Moradipour et al. [14], С.О. Ene et al. [15], А.М. Борасулов и др. [16], V. Guzen et al. [17].

По результатам исследований, Л.В. Хотылевой [18] было установлено, что СКС значительно более изменчива, чем ОКС. Она в большей степени варьирует в зависимости от места и года испытания. По данным Е.А. Шуляк [19] в сравнении с общей комбинационной способностью СКС изменяется значительно сильнее в зависимости от условий и места испытания. Создание высокогетерозисных гибридов огурца тесно связано с подбором лучших компонентов для скрещивания.

Цель: на основе лучших гибридных комбинаций создать перспективные гибриды огурца для открытого и защищенного грунта, различного назначения, отличающиеся комплексом хозяйственно полезных признаков, в том числе и высокой урожайностью плодов.

Задача: провести оценку эффектов истинного, гипотетического, конкурсного гетерозиса гибридов и констант СКС линий в изучаемых гибридных комбинациях F₁ огурца.



Вьюрок F₁



Королек F₁



Сверчок F₁

Материалы и методы

Экспериментальная часть научно-исследовательской работы выполнена в Приднестровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в 2014-2018 годах в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере. Посев в пленочных теплицах и открытом грунте осуществляли непосредственно семенами в почву. Площадь делянки в теплице – 2,0 м², схема посева 0,7х0,25-0,30 м. В открытом грунте площадь делянки – 10 м², схема посева – (90+50)х10-15.

Основным исходным материалом для работы служили формы, полученные в лаборатории селекции овощных культур (с 2019 года лаборатория тыквенных культур) ГУ «Приднестровский НИИ сельского хозяйства».

В пленочных теплицах и открытом грунте в питомнике родительских форм было высеяно 5 материнских (6, 43, 65, 71/55, 95) и 11 отцовских форм (41/86, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 68, 90, 96). В питомнике гибридов F₁ было высеяно пятьдесят пять перспективных гибридных комбинаций.

Стандартами служили гибриды F₁: Зубренок – селекции ПНИИСХ и Аякс – голландской селекции, а в качестве тестеров – линии ЖЛ-6 и Л.96.

В исследованиях были применены следующие методы селекции:

1) Гибридизация:

- парные скрещивания – преимущественно географически отдаленных форм;
- возвратные скрещивания (беккроссы) – для насыщения формы устойчивостью к болезням.

2) Самоопыление (инцухт):

- инцухт у огурца является методом, позволяющим выделить, закрепить и сочетать в гибриде ценные признаки линий. В результате применения инцухта и отбора удалось закрепить у огурца такие рецессивные признаки, как белошипость, отсутствие горечи в плодах и относительную устойчивость растений к болезням.

3) Отбор: индивидуальный, групповой, массовый.

Большое внимание было уделено степени и характеру проявления гетерозиса у гибридов F₁. Определяли степень проявления истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса (цит. по В.Л. Налобовой, А.Я. Хлебородову) [20]: по ранней, общей, урожайности и выходу стандартных плодов, урожайности и выходу обеих фракций корнишонов.

Истинный гетерозис (Гист.) – способность гибридов F₁ превосходить по конкретному признаку или комплексу лучшую из родительских форм. Его определяют в процентах по следующей формуле:

$$\Gamma_{\text{ист}} = \frac{F_1 - P_{\text{лучший}}}{P_{\text{лучший}}} \times 100\%$$

Гипотетический гетерозис определяется в процентах по отношению к средней выраженности данного признака у родительских форм (P_{ср.}). Вычисляют по формуле:

$$\Gamma_{\text{гип}} = \frac{F_1 - P_{\text{ср}}}{P_{\text{ср}}} \times 100\%$$

Конкурсный гетерозис показывает, на сколько процентов растения данной гибридной комбинации превосходят районированный сорт или гибрид.

Рассчитывают по формуле:

$$\Gamma_{\text{конк}} = \frac{F_1 - St.}{St.} \times 100\%$$

Для оценки комбинационной способности родительских форм был использован метод топкросса. Эффекты общей (ОКС) и константы специфической (СКС) комбинационной способности определяли по методике В.К. Савченко [21, 22].

При учете урожайности плоды разделяли на стандартные и нестандартные. Стандартные плоды в свою очередь сортировали на фракции: корнишоны первой группы – 5,1-7,0 см и корнишоны второй группы – 7,1-9,0 см, а также зеленцы первой группы – 9,1-11,0 см и зеленцы второй группы – 11,1-14,0 см.

У огурца, как культуры многоурожайной уборки, раннюю урожайность определяли по урожаю за первые 15 дней плодоношения [23].

Фитопатологическая оценка изученных образцов была проведена в период вегетации растений по 5-балльной шкале согласно методике В.Н. Широко [24].

Математическая обработка полученных экспериментальных данных была выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [25].

Результаты

Эффект гетерозиса заключается в превосходстве гибридов первого поколения F₁ по некоторым признакам и свойствам, по сравнению с лучшим родителем (истинный гетерозис), со средним значением родителей (гипотетический гетерозис) и лучшим стандартом (конкурсный гетерозис).

Как показывают результаты исследований, по истинному гетерозису (табл. 1) в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере положительные эффекты наблюдали по ранней, общей и урожайности стандартных плодов у 31-42 гибридных комбинаций или 56-76% от общего числа образцов, 44-52 или 80-95%, 40-53 или 73-96%, соответственно. По урожайности корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см у 45-55 или 82-100% и 47-53 или 85-96%, соответственно. По выходу корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см у 22-53 или 40-96% и 15-49 или 27-89% гибридных комбинаций от общего числа изучаемых образцов, соответственно.

Положительные эффекты по конкурсному гетерозису были выявлены в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) по урожайности плодов у 25 и 28 гибридных комбинаций соответственно, что составило 45 и 5 % от общего числа образцов (табл. 3). Следует отметить, что в весенне-летнем обороте большинство гибридов (55%) отличалось высокой ранней урожайностью, тогда как в летнем обороте, по ранней урожайности выделилось всего лишь 20% от общего количества изучаемых комбинаций. Обратная картина наблюдалась по выходу товарной продукции. В весенне-летнем обороте высоким КГ, по выходу стандартных плодов, характеризовался 71%, а в летнем – всего 47% гибридов. По урожайности корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см, в различных вариантах опыта, высокий КГ был отмечен у 31-53 образцов или 56-96% гибридных комбинаций и 15-51 образцов или 27-93% гибридных комбинаций соответственно. По выходу корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см – у 20-43

Таблица 1. Характер проявления истинного гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам гибридов F₁ огурца (2014-2018 годы)
Table 1. Manifestation of true heterosis by the main economically valuable traits of F₁ cucumber hybrids (2014-2018)

№ п/п	Признак	Количество гибридов с положительными эффектами							
		III		II		III		IV	
		всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %
1.	Ранняя урожайность	31	56	42	76	37	67	39	71
2.	Общая урожайность	44	80	51	93	48	87	52	95
3.	Урожайность стандартных плодов	40	73	51	93	49	89	53	96
4.	Урожайность корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	45	82	55	100	49	89	55	100
5.	Урожайность корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	47	85	53	96	49	89	53	96
6.	Выход корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	39	71	53	96	22	40	48	87
7.	Выход корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	41	75	49	89	15	27	22	40

Примечание: I – пленочная теплица (весенне-летний оборот);
II – пленочная теплица (летний оборот);
III – открытый грунт (в расстил);
IV – открытый грунт (на шпалере).

гибридов или 36-78% (гибридных комбинаций от общего числа) и 11-48 гибридов или 20-87% (гибридных комбинаций от общего числа), соответственно.

Положительные эффекты по конкурсному гетерозису (табл. 3) были выявлены в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте (в расстил и на шпалере) по ранней, общей и урожайности стандартных плодов у 11-31% гибридных комбинаций или 20-56% от общего числа образцов, 25-51 или 45-93%, 26-51 или 47-93%, соответственно. По урожайности корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см у 31-53 или 56-96% и 15-51 или 27-93%, соответственно. По выходу корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см у 20-43 или 36-78% и 11-48

гибридах или 20-87% гибридных комбинаций от общего числа изучаемых образцов, соответственно.

Установлено, что по урожайности корнишонов фракции 5,1-7,0 см наблюдался положительный истинный и гипотетический гетерозис у всех изучаемых гибридных комбинаций в летнем обороте и открытом грунте на шпалере, а по урожайности корнишонов фракции 7,1-9,0 см только в летнем обороте – только гипотетический гетерозис.

Таким образом, высокий истинный и гипотетический гетерозис проявился в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере по общей и урожайности

Таблица 2. Характер проявления гипотетического гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам гибридов F₁ огурца (2014-2018 годы)
Table 2. Manifestations of hypothetical heterosis by the main economically valuable traits of F₁ cucumber hybrids (2014-2018)

№ п/п	Признак	Количество гибридов							
		I		II		III		IV	
		всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %
1.	Ранняя урожайность	40	73	52	95	47	85	51	93
2.	Общая урожайность	49	89	54	98	50	91	54	98
3.	Урожайность стандартных плодов	46	84	54	98	51	93	54	98
4.	Урожайность корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	48	87	55	100	52	95	55	100
5.	Урожайность корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	52	95	55	100	51	93	54	98
6.	Выход корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	44	80	53	96	37	67	50	91
7.	Выход корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	49	89	53	96	22	40	31	56

Примечание: I – пленочная теплица (весенне-летний оборот);
II – пленочная теплица (летний оборот);
III – открытый грунт (в расстил);
IV – открытый грунт (на шпалере).

Таблица 3. Характер проявления конкурсного гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам у перспективных гибридов F_1 огурца (2014-2018 годы)
Table 3. Manifestations of competitive heterosis by the main economically valuable traits in promising F_1 cucumber hybrids (2014-2018)

№ п/п	Признак	Количество гибридов							
		I		II		III		IV	
		всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %
1.	Ранняя урожайность	30	55	11	20	31	56	31	56
2.	Общая урожайность	25	45	28	51	48	87	51	93
3.	Урожайность стандартных плодов	39	71	26	47	48	87	51	93
4.	Урожайность корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	42	76	31	56	47	85	53	96
5.	Урожайность корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	28	51	15	27	50	91	51	93
6.	Выход корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	43	78	31	56	20	36	38	69
7.	Выход корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	15	27	11	20	48	87	22	40

Примечание: I – пленочная теплица (весенне-летний оборот);
II – пленочная теплица (летний оборот);
III – открытый грунт (в расстил);
IV – открытый грунт (на шпалере).

стандартных плодов и по урожайности корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см, по выходу корнишонов фракций 5,1-7,0 см – в весенне-летнем, летнем и в открытом грунте на шпалере и 7,1-9,0 см – в весенне-летнем и летнем оборотах.

Высокий конкурсный гетерозис отмечен по урожайности корнишонов фракции 5,1-7,0 см в обоих оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при различных способах выращивания по общей и урожайности стандартных плодов, урожайности корнишонов фракции 7,1-9,0 см в открытом грунте в расстил и на шпалере, по выходу корнишонов фракции 5,1-7,0 см в весенне-летнем и летнем оборотах и открытом грунте на шпалере, по выходу корнишонов фракции 7,1-9,0 см в открытом грунте в расстил.

Для создания гетерозисных гибридов огурца важное значение имеет высокая комбинационная способность – ОКС и СКС исходного материала, позволяющая отобрать ценные генотипы на раннем этапе селекции.

При оценке комбинационной способности линий методом топкросса наблюдалась изменчивость констант СКС в зависимости от условий выращивания и используемых линий.

Как показывают данные исследований (табл. 4-5), по такому важному признаку как отдача ранней урожайности высокие константы СКС были отмечены в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере у линий в комбинациях 71/55х41/86 (+1,0; +1,9; +10,6; +1,2), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 43х52 (+0,9; +2,4), в весенне-летнем обороте и открытом грунте в расстил – 43х57 (+0,9; +4,6), 65х56 (+0,9; +8,9), в летнем обороте и открытом грунте в расстил – 65х62 (+1,3; +4,7), в летнем обороте – 43х59 (+1,0), 65х54 (+1,1), в открытом грунте на шпалере у линий в комбинациях 43х68 (+1,0), 95х54 (+1,5), 95х90 (+1,6).

По общей урожайности высокой специфической комбинационной способностью в обоих оборотах пленочных теплиц и при различных способах выращивания в открытом грунте характеризуются линии в комбинациях 71/55х41/86 (+1,8; +4,9; +39,8; +2,6), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 71/55х62 (+2,0;

+3,2), в весенне-летнем и летнем оборотах – 95х68 (+2,4; +4,7), в летнем обороте и открытом грунте в расстил – 95х54 (+14,7; +4,2), в летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 43х57 (+5,0; +2,6), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 65х56 (+16,4; +2,4); в весенне-летнем обороте – 65х52 (+2,0), в летнем обороте – 71/55х56 (+3,8); 95х59 (+3,4), в открытом грунте в расстил – 43х54 (+17,5), 65х56 (+16,4), 95х52 (+16,5) и на шпалере – линии в комбинациях 43х52 (+2,9), 43х58 (+3,3).

По урожайности стандартных плодов высокие константы СКС наблюдались в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере у линий в комбинациях 71/55х41/86 (+2,0; +4,4; +36,8; +2,6), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 43х58 (+1,8; +3,4), 71/55х62 (+1,9; +3,2), в летнем обороте и открытом грунте в расстил – 43х57 (+4,4; +3,3), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 95х54 (+15,8; +3,5), в весенне-летнем и летнем оборотах – 95х68 (+2,2; +4,3), в весенне-летнем обороте и открытом грунте в расстил – 65х52 (+2,0; +5,9) в летнем обороте – 71/55х56 (+3,3), 95х59 (+3,1), в открытом грунте в расстил – 65х56 (+15,7), 95х52 (+21,8) и на шпалере у линий в комбинации 43х52 (+3,0).

По урожайности корнишонов фракции 5,1-7,0 см высокие показатели в обоих оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при обоих способах выращивания получены у линий в комбинациях: 43х57 (+1,0; +2,0; +6,7; +2,0), 71/55х41/86 (+1,1; +1,5; +12,9; +2,3), 65х52 (+2,0; +1,5; +11,1; +1,7), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 95х54 (+6,6; +2,1), в летнем обороте – 43х90 (+1,2), 95х59 (+1,5), в открытом грунте на шпалере – у линий в комбинации 71/55х62 (+3,0).

Максимальные константы по урожайности корнишонов фракции 7,1-9,0 см наблюдались у линий следующих комбинаций: в весенне-летнем и летнем оборотах и открытом грунте в расстил – 71/55х41/86 (+0,9; +2,0; +14,2), в весенне-летнем и летнем оборотах – 43х57 (+0,9; +1,9), 95х68 (+1,3; +1,8), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 43х58 (+1,0; +1,9), в летнем обороте и открытом грунте в расстил – 65х52 (+1,2; +8,0), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 95х54 (+7,8; +1,5), в открытом

Таблица 4. Константы специфической комбинационной способности у линий выделившихся гибридных комбинаций огурца
Table 4. Constants of specific combining ability in lines of distinguished hybrid combinations of cucumber

Гибридная ком- бинация	Урожайность кг/м²							Выход, %			Развитие пероноспороза, %
	ранняя	общая	стандартных плодов				стандартных плодов	фракции корнишонов, см			
			всего	в т.ч. по фракциям, см				5,1-7,0	7,1-9,0		
				5,1-7,0	7,1-9,0	9,1-11,0				11,1-14,0	
весенне-летний оборот											
43 x 57	+0,9	+1,7	+1,1	+1,0	+0,9	-0,9	+0,2	-3,4	+3,5	+5,0	-17,9
43 x 58	+0,6	+1,7	+1,8	+0,1	+1,0	+0,6	+0,2	+2,4	-4,5	+1,8	+2,7
65 x 52	+0,2	+2,0	+2,0	+2,0	+0,8	-0,5	-0,3	+2,9	+12,2	+0,7	+1,5
71/55x41/86	+1,0	+1,8	+2,0	+1,1	+0,9	-0,2	+0,3	+3,5	+1,8	+1,0	-6,0
95 x 54	+0,4	+0,6	+0,5	+0,6	+0,4	0	-0,6	-0,4	+5,3	+2,7	+9,2
95 x 68	+0,3	+2,4	+2,2	+0,3	+1,3	+0,5	0	+0,8	-6,3	+5,1	-0,6
6* x 62	-0,7	-1,9	-1,8	-0,1	-0,1	-1,1	-0,5	+0,7	+5,5	+5,3	-4,4
65 x 96*	+0,1	+0,8	+0,9	+1,1	+0,4	-0,3	-0,3	+1,3	+8,4	+0,9	+5,5
летний оборот											
43 x 57	+0,9	+5,0	+4,4	+2,0	+1,9	+0,1	+0,4	-0,9	-0,5	+1,5	-1,9
43 x 58	-0,7	-0,2	+0,1	-0,4	+0,6	-0,5	+0,4	+2,1	-5,5	+4,9	+17,7
65 x 52	+0,7	+1,6	+1,6	+1,5	+1,2	-1,0	-0,1	+1,2	+7,2	+5,0	+9,0
71/55x41/86	+1,9	+4,9	+4,4	+1,5	+2,0	+0,3	+0,6	-1,3	-5,7	+4,6	-0,7
95 x 54	+0,2	-1,3	-1,1	-0,2	+0,1	-0,3	-0,7	+0,9	+3,5	+5,3	-6,9
95 x 68	+0,7	+4,7	+4,3	+1,3	+1,8	+0,6	+0,6	-1,1	-5,5	+0,9	-8,9
6* x 62	-0,2	+0,2	+0,2	-0,3	-0,1	+0,3	+0,2	-0,1	-2,8	-2,0	+0,8
65 x 96*	+0,2	0	-0,1	+0,6	+0,3	-0,9	-0,2	-1,0	+5,8	+2,6	-3,8

Примечание: * – тестеры.

Таблица 5. Константы специфической комбинационной способности у линий выделившихся гибридных комбинаций огурца
Table 5. Constants of specific combining ability in lines of isolated hybrid combinations of cucumber

Гибридная комбинация	Урожайность кг/м²							Выход, %			Развитие пероноспороза, %
	ранняя	общая	стандартных плодов				стандартных плодов	фракции корнишонов, см			
			всего	в т.ч. по фракциям, см				5,1-7,0	7,1-9,0		
				5,1-7,0	7,1-9,0	9,1-11,0				11,1-14,0	
расстил											
43 x 57	+4,6	+2,3	+3,3	+6,7	+4,2	-7,3	-0,4	+0,8	+7,3	+3,3	+7,5
43 x 58	+1,2	+0,2	+0,9	-0,5	+3,2	+3,8	-5,5	+0,8	-0,9	+3,5	-8,1
65 x 52	+3,8	+6,4	+5,9	+11,1	+8,0	-6,5	-6,7	+1,4	+12,5	+8,4	-4,5
71/55x41/86	+10,6	+39,8	+36,8	+12,9	+14,2	+4,8	+5,0	+2,1	-1,4	+3,9	+3,3
95 x 54	+2,6	+14,7	+15,8	+6,6	+7,8	+4,3	-2,9	+3,6	+3,4	+4,5	+14,2
95 x 68	-2,7	-0,1	-6,1	-1,1	-2,8	-2,5	+0,2	-7,4	+1,2	-1,9	+9,8
6* x 62	+1,8	+11,6	+12,0	+4,1	+4,8	+3,3	-0,3	+2,3	+0,5	+2,0	-8,3
65 x 96*	-0,3	-4,6	-4,9	-0,5	+1,9	-3,1	-3,3	-1,2	+1,3	+4,2	-3,5
шпалера											
43 x 57	-0,4	+2,6	+2,5	+2,0	+0,7	-0,3	+0,1	+1,3	+6,2	-1,2	-1,8
43 x 58	+0,4	+3,3	+3,4	+0,8	+1,9	-0,2	+0,8	+2,7	-7,0	+8,6	+0,4
65 x 52	-0,4	+1,4	+1,3	+1,7	+0,4	-1,0	+0,2	-0,8	+7,0	-1,1	+0,2
71/55x41/86	+1,2	+2,6	+2,6	+2,3	+0,6	-0,1	-0,2	+1,3	+6,9	-0,4	-0,8
95 x 54	+1,5	+4,2	+3,5	+2,1	+1,5	0	-0,2	-3,0	+5,6	+2,8	+8,3
95 x 68	+0,1	-0,1	+0,2	+0,3	+0,6	-0,6	-0,1	+3,0	+2,8	+5,4	-3,1
6* x 62	+0,4	+0,8	+0,7	+0,3	+0,2	-0,1	+0,3	-0,5	+0,5	-1,4	+2,7
65 x 96*	-0,2	-0,5	-0,1	+0,5	-0,5	-0,4	+0,3	+4,2	+6,8	-5,5	+0,4

Примечание: * – тестеры.

грунте в расстил – 43х59 (+7,9) и на шпалере – у линий в комбинациях 43х52 (+1,5), 95х62 (+1,1).

При создании гибридов корншонного типа наиболее ценными являются образцы с низким выходом зеленцов обеих фракций (9,1-11,0 и 11,1-14,0 см).

Так, отрицательные (низкие) константы СКС, которые в данном случае также являются положительным моментом, по урожайности зеленцов фракции 9,1-11,0 см были отмечены в летнем обороте пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере у линий в комбинациях 65х52 (-1,0; -6,5; -1,0), в двух оборотах – весенне-летний и летний – 43х57 (-0,9; -7,3) и 71/55х68 (-0,8; -1,2), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 95х90 (-5,2; -1,3), в весенне-летнем обороте – 43х90 (-1,1), 43 х 56 (-0,8), 65х62 (-0,9), в летнем обороте – 95х56 (-1,0), в открытом грунте в расстил – 95х62 (-4,4) и на шпалере – 43х54 (-1,5), 71/55х52 (-1,4). По урожайности зеленцов фракции 11,1-14,0 см низкими константами характеризовались в летнем обороте и открытом грунте на шпалере линии в комбинациях 43х62 (-0,6; -0,5), в весенне-летнем и летнем оборотах – 95х54 (-0,6; -0,7), в весенне-летнем обороте – 43х54 (-0,5), 71/55х57 (-0,7), 71/55х68 (-0,6), в летнем обороте – 65х90 (-0,6), 71/55х58 (-0,7), в открытом грунте в расстил – 43х58 (-5,5), 65х52 (-6,7), 95х41/86 (-4,0), 95х90 (-3,7) и на шпалере – у линий в комбинациях 71/55х52 (-0,5), 95х57 (-0,5), 95х58 (-0,6).

Высокие показатели СКС по выходу стандартных плодов наблюдались в весенне-летнем обороте пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил у линий в комбинациях 71/55х57 (+3,5; +6,1), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 71/55х 0 (+5,7; +3,9), в весенне-летнем обороте – 43х52 (+6,6), 95х58 (+5,2), в летнем обороте – 43х56 (+3,5), 65х41/86 (+4,8), 65х90 (+4,0), 71/55х52 (+3,1), в открытом грунте в расстил – 95х52 (+8,0), 43х68 (+8,4), 43х90 (+8,2) и на шпалере – у линий в комбинациях 65х54 (+3,6), 95х56 (+3,6), 95х68 (+3,0).

Максимальные константы СКС по выходу корншонов фракции 5,1-7,0 см получены в обоих оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при обоих способах выращивания у линий в комбинациях 65х52 (+12,2; +7,2; +12,5; +7,0), в двух оборотах (весенне-летний и летний) – 71/55х68 (+11,4; +9,1), в весенне-летнем обороте – 43х56 (+8,3), в летнем обороте – 43х41/86 (+8,5), 65х59 (+9,2), 71/55х58 (+9,3), в открытом грунте в расстил – 71/55х56 (+3,6), 95х54 (+3,4), 43х57 (+7,3), 43х90 (+3,7), 65х54 (+3,7), 95х62 (+5,8), в открытом грунте на шпалере – у линий в комбинациях 43х68 (+15,0), 65х58 (+10,2), 71/55х62 (+10,9), 95х90 (+17,4).

По выходу корншонов фракции 7,1-9,0 см высокими константами СКС в летнем обороте и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере характеризовались линии в комбинациях 43х58 (+4,9; +3,5; +8,6), весенне-летнем обороте и открытом грунте в расстил – 43х59 (+6,5; +6,5), 65х52 (+5,0; +8,4), 71/55х41/86 (+4,6; +3,9), 95х54 (+5,3; +4,5), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 65х62 (+3,7; +8,3), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 65х90 (+4,0; +10,7), в весенне-летнем обороте – 43х57 (+5,0), 65х56 (+3,9), 95х68 (+5,1), в летнем обороте – 43х62 (+5,3), 95х90 (+4,5), в открытом грунте в расстил – 95х56 (+3,5) и на шпалере – линии в комбинациях 65х68 (+10,7), 95х57 (+7,2).

Низкие константы СКС по развитию пероноспороза наблюдались в весенне-летнем обороте пленочных теплиц и открытом грунте в расстил – у линий в комбинациях 65х90 (-15,5; -12,9), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – в 71/55х54 (-9,8; -6,6), в летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 95х68 (-8,9; -3,1), 65х41/86 (-11,4; -3,2), в весенне-летнем обороте – 43х57 (-17,9), 95х56 (-21,4), 95х90 (-14,2), 65х68 (-8,9), 71/55х58 (-10,2), в летнем обороте – 71/55х59 (-11,7), 71/55х62 (-13,5), 71/55х68 (-12,9), 71/55х90 (11,3), 43х54 (-13,1), в открытом грунте в расстил – 43х58 (-8,1), 65х54 (-8,5), 65х62 (-15,9), 71/55х52 (-10,3), 95х41/86 (-23,2), 95х57 (-17,8) и на шпалере – у линий в комбинациях 43х41/86 (-3,0), 43х62 (-4,2).

Высокими константами СКС с участием тестеров выделялись линии в двух комбинациях 65х96 – в весенне-летнем обороте по урожайности и выходу корншонов фракции 5,1-7,0 см, в открытом грунте на шпалере по выходу стандартных плодов и в открытом грунте в расстил по выходу корншонов фракции 7,1-9,0 см; 6х62 – в весенне-летнем обороте по урожайности зеленцов фракции 9,1-11,0 и 11,1-14,0 см, по выходу корншонов фракции 7,1-9,0 см и в открытом грунте на шпалере по развитию пероноспороза.

Таким образом, наивысшие константы СКС отмечены в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере у линий в комбинациях 71/55х41/86 (ранняя, общая и урожайность стандартных плодов, урожайность корншонов фракции 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см); 65х52 (выход корншонов фракции 5,1-7,0 см); 43х57 (урожайность корншонов фракции 5,1-7,0 см). В летнем обороте пленочной теплицы и открытом грунте в расстил и на шпалере лучшими были линии в комбинациях 65х52 (урожайность зеленцов фракции 9,1-11,0 см) и 43х58 (выход корншонов фракции 7,1-9,0 см), а в комбинации 71/55х41/86 (урожайность корншонов 7,1-9,0 см) – в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте в расстил.

Проведенные комплексные исследования по оценке комбинационной способности ОКС и СКС позволяют установить селекционную ценность линий и отобрать наиболее перспективные формы для дальнейшей работы по созданию новых перспективных гибридов F₁ огурца.

Выводы

1. Исходя из результатов исследований, все три типа гетерозиса (истинный, гипотетический и конкурсный) с положительными эффектами наблюдались в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере по большинству хозяйственно ценных признаков у следующих гибридных комбинаций: 43х57 (по семи признакам); 71/55х41/86; 65х52 (по шести); 65х41/86, 65х96, 95х68 (по пяти).

2. Высокие константы СКС в обоих оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при обоих способах выращивания отмечены у линий в комбинациях: 71/55х41/86 (ранняя, общая и урожайность стандартных плодов; урожайность корншонов фракции 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см (+1,0; +0,9; +10,6; +1,2), (+1,8; +4,9; +39,8; +2,6), (+2,0; +4,4; +36,8; +2,6), (+1,1; +1,5; +12,9; +2,3); 65х52 (выход корншонной фракции 5,1-7,0 см) (+12,2; +7,2; +12,5; +7,0); 43х57 (урожайность корншонов фракции 5,1-7,0 см) (+1,0; +2,0; +6,7; +2,0).

3. Гибридные комбинации – 71/55x41/86 (под названием F₁ Вьюрок), 43x57 (под названием F₁ Королек) и 65x52 (под названием F₁ Сверчок) занесены в Государственный Реестр селекционных достижений Приднестровья и Республики Молдова, как перспек-

тивные гибриды универсального назначения, корнишоны и зеленцы которых предназначены для использования в переработанном виде: соленом и маринованном – частниками-любителями и консервными цехами и мини-заводами.

Об авторах:

Татьяна Ивановна Мокрянская – научный сотрудник, pniish@yandex.ru

Виталий Федорович Гороховский – доктор с.-х. наук, доцент, pniish@yandex.ru

About the authors:

Tatiana I. Mokryanskaya – Researcher, pniish@yandex.ru

Vitaly F. Gorokhovskiy – Doc. Sci., Associate Professor, pniish@yandex.ru

• Литература

1. Марченко О.В., Саук И.Б., Анохина В.С. Характеристика межсортовых гибридов F₁ овощного гороха по гетерозису и степени доминирования. Генетика и биотехнология XXI века. *Фундаментальные и прикладные аспекты. Мат.-лы Межд. науч. конф., 3-6 декабря 2008 г. Минск: Изд. Центр. БГУ*, 2008. С.128-130.
2. Партоев К., Наимов А.С. О гетерозисе и доминировании у гибридов F₁ картофеля. Научное обозрение. *Биологические науки*. 2012;(4):26-29.
3. Павлова Н.А., Муругова Г.А., Клыков А.Г. Величина гетерозиса основных количественных признаков у гибридов F₁ при скрещивании двурядных и многорядных форм ярового ячменя в условиях Приморского края. ФГБНУ «Приморский НИИСХ», г. Уссурийск, п. Тимирязевский. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2016;2(38):22-28.
4. Конавалова И.В., Богдан П.М., Клыков А.Г. Сравнительный анализ гибридов F₁ яровой мягкой пшеницы при реципрокных скрещиваниях. ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», г. Уссурийск, п. Тимирязевский. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2016;2(38):39-44.
5. Кибальник О.П. Использование эффекта гетерозиса в селекции сорго. *Вестник НГАУ. Агрополис*. 2019;2(51):15-24.
6. Борцова Ю.В. Создание родительских линий и гетерозисных гибридов огурца для открытого грунта северо-восточного региона нечерноземной зоны. М., 2015. 223 с.
7. Волгин В.В., Обидало А.Д. Гетерозис по комплексу хозяйственно-биологических признаков у стерильных гибридов подсолнечника. ISSN 2412 – 608X. *Масличные культуры. Науч.-технич. бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та масличных культур*. 2015;4(164):3-13.
8. Болдырева Л.Л., Бритвин В.В. Оценка гетерозиса по основным морфо-биологическим признакам и свойствам у гибридов F₁ сорго зернового. *Изв. Оренбург. гос. ун-та*. 2017;3(65-2):225-229.
9. Cramer C. Little heterosis for yield and yield components in hybrids of six cucumber inbreds. *Biology Euphytica*. 1999;(110):99-108.
10. Godoy A. Yield and heterosis in cucumber inbred lines grosses. *Bragantia, Campinas*. 2008;67(4):839-844.
11. Стрельникова Т.Р. Методы селекции гетерозисных гибридов огурца для защищенного грунта. М., 1981. 32 с.
12. Rahimi M., Rabiei B., Samizadeh-Lahi Ghasemi H. Evaluation of combining ability based on second and fourth griffing methods. *Science and Technology of Agriculture*. 2008;12(43):129-141.
13. Olfati J.A., Samizadeh H., Rabiei B., Peyvast Gh. Griffing's Methods Comparison for General and Specific Combining Ability in Cucumber. *The Scientific World Journal*. 2012;(10):1-4.
14. Moradipour F., Olfati J.A., Hamidoghli Y., Sabouri A., Zahedi B. General and Specific Combining Ability and Heterosis for Yield in Cucumber Fresh Market Lines. 2017;4(23):285-293.
15. Ene C.O., Ogonbonna P.E., Agbo C.U., Chukwudy U.P. Heterosis and combining ability in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Information processing in agriculture*. 2019;(6):150-157.
16. Борасулов А.М., Арамов М.Х., Абдуллаев Ф.Х., Мавлянова Р.Ф. Комбинационная способность новых линий огурца по основным хозяйственно полезным признакам. *Овощи России*. 2020;(6):58-61. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-58-61>
17. Gözen V., Keslin L., Eren A. Study on combining ability and heterotic pattern in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *ActaHortic*. 2020;1282(33):213-220.
18. Хотылева Л.В. Методы определения общей и специфической комбинационной способности. Селекция гибридной кукурузы. Минск, 1965. 166 с.
19. Шуляк Е.А. Селекция партенокарпических гибридов огурца универсального назначения для различных культурооборотов. Брянск, 2015. 23 с.
20. Налобова В.Л., Хлебобородов А.Я. Селекция и семеноводство огурца открытого грунта. Минск: Беларусь. наука, 2012. 238 с.
21. Савченко В.К. Оценка общей и специфической комбинационной способности полиплоидных форм в системах диаллельных скрещиваний. *Генетика*. 1966;(1):29-40.
22. Савченко В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разноразличных наборов родительских форм. *Методика генет.-селект. и генет. экспериментов*. Минск, 1973. С.48-77.
23. Коноплева Л.И., Носова О.Н. Корнишоны – все более популярны. *Гавриш*. 2003;(5):4.
24. Ширко В.Н. Методы исследования устойчивости к заболеваниям томатов и огурцов при селекции новых сортов. В кн.: Методика селекции и семеноводства овощных культур. Ленинград, 1964. С.89-93.
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

• References

1. Marchenko O.V., Sauk I.B., Anokhina V.S. Characteristics of intervari-etal F₁ hybrids of vegetable peas by heterosis and degree of dominance. Genetics and biotechnology of the XXI century. *Fundamental and applied aspects. Materials Int. scientific. Conf., December 3-6, 2008 Minsk: Ed. Centre. BSU*, 2008. P.128-130. (In Russ.)
2. Partoev K., Naimov A.S. On heterosis and dominance in F₁ hybrids of potatoes. *Scientific Review. Biological Sciences*. 2012;(4):26-29. (In Russ.)
3. Pavlova N.A., Murugova G.A., Klykov A.G. The magnitude of the heterosis of the main quantitative traits in F₁ hybrids when crossing two-row and multi-row forms of spring barley under the conditions of Primorsky Krai. FSBSI "Primorsky Research Institute of Agriculture", Ussuriysk, settlement Timiryazevsky. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2016;2(38):22-28. (In Russ.)
4. Konovalova I.V., Bogdan P.M., Klykov A.G. Comparative analysis of F₁ hybrids of spring bread wheat in reciprocal crosses. Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Agrobiotechnology of the Far East named after A.K. Seagulls", Ussuriysk, Timiryazevsky settlement. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2016;2(38):39-44. (In Russ.)
5. Kibalnik O.P. Using the effect of heterosis in sorghum breeding. *NSAU Bulletin. Agropolis*. 2019;2(51):15-24. (In Russ.)
6. Bortsova Yu.V. Creation of parental lines and heterotic cucumber hybrids for open ground in the northeastern region of the non-chernozem zone. M., 2015. 223 p. (In Russ.)
7. Volgin V.V., Obydalo A.D. Heterosis by a complex of economic and biological characteristics in sterile sunflower hybrids. ISSN 2412 - 608X. *Oilseeds. Scientific and technical bull. Vseros. nauchn.-issled. Institute of oilseeds*. 2015;4(164):3-13. (In Russ.)
8. Boldyreva L.L., Britvin V.V. Assessment of heterosis by the main morpho-biological characters and properties in F₁ hybrids of grain sorghum. *Izv. Orenburg. state University*. 2017;3(65-2):225-229. (In Russ.)
9. Cramer C. Little heterosis for yield and yield components in hybrids of six cucumber inbreds. *Biology Euphytica*. 1999;(110):99-108.
10. Godoy A. Yield and heterosis in cucumber inbred lines grosses. *Bragantia, Campinas*. 2008;67(4):839-844.
11. Strelnikova T.R. Breeding methods for heterotic cucumber hybrids for protected ground. M., 1981. 32 p. (In Russ.)
12. Rahimi M., Rabiei B., Samizadeh-Lahi Ghasemi H. Evaluation of combining ability based on second and fourth griffing methods. *Science and Technology of Agriculture*. 2008;12(43):129-141.
13. Olfati J.A., Samizadeh H., Rabiei B., Peyvast Gh. Griffing's Methods Comparison for General and Specific Combining Ability in Cucumber. *The Scientific World Journal*. 2012;(10):1-4.
14. Moradipour F., Olfati J.A., Hamidoghli Y., Sabouri A., Zahedi B. General and Specific Combining Ability and Heterosis for Yield in Cucumber Fresh Market Lines. 2017;4(23):285-293.
15. Ene C.O., Ogonbonna P.E., Agbo C.U., Chukwudy U.P. Heterosis and combining ability in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Information processing in agriculture*. 2019;(6):150-157.
16. Borasulov A.M., Aramov M.H., Abdullayev F.H., Mavlyanova R.F. The combining ability of new lines of cucumber for the main economically valuable traits. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(6):58-61. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-58-61>
18. Khotyleva L.V. Methods for determining the general and specific combining ability. Breeding hybrid corn. Minsk, 1965. 166 p. (In Russ.)
19. Shulyak E.A. Breeding of parthenocarpic cucumber hybrids for universal use for various crop rotations. Bryansk, 2015. 23 p. (In Russ.)
20. Nalobova V.L., Khleborodov A.Ya. Selection and seed production of open ground cucumber. Minsk: Belarus. Navuka, 2012. 238 p. (In Russ.)
21. Savchenko V.K. Evaluation of the general and specific combining ability of polyploid forms in systems of diallel crosses. *Genetics*. 1966;(1):29-40. (In Russ.)
22. Savchenko V.K. The method for assessing the combining ability of genetically different native sets of parent forms. *Method of genetic selection. and genet. experiments*. Minsk, 1973. P.48-77. (In Russ.)
23. Konopleva L.I., Nosova O.N. Gherkins are more and more popular. *Gavrish*. 2003;(5):4. (In Russ.)
24. Shirko V.N. Methods for studying the resistance to diseases of tomatoes and cucumbers in the selection of new varieties. In the book: Methodology for selection and seed production of vegetable crops. Leningrad, 1964. P.89-93. (In Russ.)
25. Dospikhov B.A. Field experiment technique. *M. : Agropromizdat*, 1985. 351 p.