

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-19-23>
УДК 635.63:631.527.52

А.А. Ушанов*, Р.А. Ульянов, А.А. Миронов

ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки:
a.ushanoff@rgau-msha.ru

Благодарности. Выращивание и оценка селекционных образцов огурца проводилась при финансовой и организационной поддержке ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Все авторы участвовали в написании статьи, прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Для цитирования: Ушанов А.А., Ульянов Р.А., Миронов А.А. Оценка гетерозиса в реципрокных скрещиваниях инбредных линий партенокарпического огурца (*Cucumis sativus* L.). *Овощи России*. 2022;(1):19-23.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-19-23>

Поступила в редакцию: 17.11.2021
Принята к печати: 04.02.2022
Опубликована: 25.02.2022

Alexander A. Ushanov*,
Roman A. Ulyanov, Alexey A. Mironov

Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya str., Moscow,
Russia, 127434

*Correspondence Author:
a.ushanoff@rgau-msha.ru

Acknowledgements. The growth and evaluation of cucumber breeding samples was carried out with financial and organizational support by the LTD “Breeding station after N. N. Timofeeva”. Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Ushanov A.A., Ulyanov R.A., Mironov A.A. Evaluation of heterosis through reciprocal crosses of inbred cucumber lines (*Cucumis sativus* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):19-23. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-19-23>

Received: 17.11.2021
Accepted for publication: 04.02.2022
Published: 25.02.2022

Оценка гетерозиса в реципрокных скрещиваниях инбредных линий партенокарпического огурца (*Cucumis sativus* L.)



Резюме

Цель исследования. Определение эффекта гетерозиса у короткоплодных партенокарпических F₁ гибридов огурца по основным хозяйственно ценным признакам, при выращивании по малообъемной технологии в промышленных теплицах Московского региона.

Материалы и методы. Объект исследования – короткоплодные партенокарпические реципрокные гибриды огурца Дружный (F₁ I₁3514 x I₁4011), F₁ I₁4011 x I₁3514 и их родительские инбредные линии I₁3514 и I₁4011 селекции ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева». В качестве контроля использовали F₁ SV4097CV зарубежной селекции фирмы «Semenis» (Нидерланды). Исследование проводили в 2020-2021 годах в промышленных пленочных теплицах «Овощной опытной станции им. В.И. Эдельштейна» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в городе Москва на малообъемной гидропонике в торфяных мешках. Оценивали родительские линии и гибридные комбинации по раннеспелости, скороспелости, урожайности, числу плодов с растения, средней массе плода и товарности.

Результаты. Согласно результатам исследования F₁ Дружный (F₁ I₁3514 x I₁4011) и обратный гибрид I₁3514 x I₁4011 показали высокие положительные эффекты гетерозиса по урожайности (MPH=19,4...22%; HPH=13,4...15,9%; CH=9,6...12%) и числу плодов с одного растения (MPH=22,5...26,4%; HPH=12,5...15,8%; CH=11,7...15%). Отрицательные показатели эффекта гетерозиса отмечались по раннеспелости от всходов до цветения (MPH=-3,4...-1,1%; HPH=-6,5...-4,4%; CH=-4,4...-2,2%) и средней массе плода (MPH=-2,2...-1,3%; HPH=-5,3...-4,3%; CH=-3,4...-2,4%). Значение степени доминантности указывает на наличие положительного сверхдоминирования в наследовании таких признаков как урожайность (hp=2,7...3,2), число плодов с растения (hp=1,5...1,9) и товарность (hp=1,6...2,3). Отрицательное сверхдоминирование наблюдалось по раннеспелости («всходы-цветение») (hp=-2...-1,3) и средней массе плода (hp=-1,7...-1,2). По признакам раннеспелости («всходы-начало плодоношения») (hp=0) и «скороспелость» (hp=-0,1...0,5) выявлено промежуточное наследование. Гибрид Дружный значимо превышал контрольный гибрид SV4097CV по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения, а обратный гибрид F₁ I₁4011 x I₁3514 был на уровне контроля, что указывает на перспективность выращивания этих гибридов в условиях весенне-летнего оборота на малообъемной гидропонике.

Ключевые слова: F₁ гибрид, гетерозис, партенокарпия, реципрокные скрещивания, доминирование, сверхдоминирование.

Evaluation of heterosis through reciprocal crosses of inbred cucumber lines (*Cucumis sativus* L.)

Abstract

The purpose of the study. The aim of the study was to determine the effect of heterosis in short-fruited parthenocarpic F₁ cucumber hybrids by the main economically valuable characteristics, when grown using low-volume technology in industrial greenhouses of the Moscow region.

Materials and methods. The object of the study is short-fruited parthenocarpic reciprocal hybrids of cucumber Дружный (F₁ I₁3514 x I₁4011), F₁ I₁4011 x I₁3514 and their parent inbred lines I₁3514 and I₁4011 of selection by N.N. Timofeev Breeding Station LLC. F₁ SV4097CV of foreign selection of Semenis company (Netherlands) was used as a control. The study was conducted in 2020-2021 in industrial greenhouses of the "V. I. Edelstein Vegetable Experimental Station" of the K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy in Moscow on low-volume hydroponics in peat bags. Parental lines and hybrid combinations were evaluated by earliness, early yield, number of fruits per plant, average fruit weight and marketability.

Results. According to the results of the study, F₁ Дружный (F₁ I₁3514 x I₁4011) and the reverse hybrid I₁3514 x I₁4011 demonstrated high positive effects of heterosis in yield (MPH=19.4...22%; HPH=13.4...15.9%; CH=9.6...12%) and the number of fruits per plant (MPH=22.5...26.4%; HPH=12.5...15.8%; CH=11.7...15%). Negative indicators of the heterosis effect were noted for earliness from germination to flowering (MPH=-3.4...-1.1%; HPH=-6.5...-4.4%; CH=-4.4...-2.2%) and average fruit weight (MPH=-2.2...-1.3%; HPH=-5.3...-4.3%; CH=-3.4...-2.4%). The value of the degree of dominance indicates the presence of positive overdominance in the inheritance of such traits as yield (hp=2.7...3.2), the number of fruits from the plant (hp=1.5...1.9) and marketability (hp=1.6...2.3). Negative overdominance was observed in earliness from germination to flowering (hp=-2...-1.3) and average fruit weight (hp=-1.7...-1.2). According to the signs of earliness from germination to fruiting (hp=0) and early yield (hp=-0.1...0.5), intermediate inheritance was revealed. The Дружный hybrid significantly exceeded the control hybrid SV4097CV in early yield, yield and number of fruits from the plant, and the reverse hybrid F₁ I₁4011 x I₁3514 was at the control level, which indicates the prospects of growing these hybrids in the conditions of spring-summer turnover on low-volume hydroponics.

Keywords: F₁ hybrid, heterosis, parthenocarp, reciprocal crosses, domination, overdomination.

Введение

Центром происхождения огурца посевного согласно А. Кандоллу, является Индия, где он выращивается уже более 3000 лет [1]. Огурец – экономически важная овощная культура, сезонно выращиваемая в открытом грунте и круглогодично в различных культивационных сооружениях [2, 3, 4]. Нежные плоды огурца обычно употребляют в свежем виде в течение всего года и консервируют различными способами. Благодаря высокой урожайности и экологической пластичности огурец в России является одной из ведущих овощных культур [5]. Современные F₁ гибриды огурца – перекрестно-опыляемые однодомные растения с преимущественно женским типом цветения. Явление гетерозиса, возникающее в результате скрещивания генотипически различных инбредных родительских линий, является важным средством повышения урожайности огурца [6, 7]. Высокая семенная продуктивность и перекрёстное опыление способствуют успешному коммерческому использованию гибридной силы у этой культуры. Одним из направлений селекции огурца для защищённого грунта является создание высокопродуктивных партенокарпических F₁ гибридов женского типа цветения [8]. Тепличные F₁ гибриды должны обладать высокой раннеспелостью и урожайностью, товарностью, быть высококачественными как по внешнему виду, так и по биологической ценности [9, 10, 11]. Кроме того, для успешного семеноводства F₁ гибридов огурца желательно, чтобы гибриды от реципрокных скрещиваний практически не отличались друг от друга по основным хозяйственно ценным признакам. В последние годы генетическое улучшение огурца было сфокусировано, прежде всего, на повышении урожайности. Признак «урожайность» комплексный, состоящий из многочисленных взаимосвязанных признаков: числа плодов на растении, массы плода, раннеспелости, скороспелости, степени проявления женского пола, числа боковых побегов, устойчивости к болезням и т.д. [12]. Хейс и Джонс (1916) были первыми, кто сообщил о гетерозисе у огурца. В своих исследованиях они установили, что гибридные комбинации превосходили родительские формы по урожайности на 24-39% [13]. В работах выдающегося учёного Н.Н. Ткаченко выявлено, что новые гетерозисные гибриды огурца обеспечивают увеличение урожайности на 20-30% [14]. Э.Т. Мещеров отмечал, что эколого-географический принцип подбора пар для скрещивания обеспечивает наиболее высокие прибавки урожая, которые в его работах составили от 29 до 36% [15]. Т.И. Мокрянская и В.Ф. Гороховский сообщают о значительных эффектах истинного и конкурсного гетерозиса по ранней и общей урожайности стандартных плодов, корнишонов у пчёлоопыляемого огурца [16]. В работе индийских исследователей истинный гетерозис по продуктивности в разных гибридных комбинациях сильно варьировал от -71 до 105% [17]. В наших исследованиях, проведённых в условиях открытого грунта Московского региона, гипотетический и истинный гетерозис у партенокарпических гибридов огурца по урожайности был в пределах 25-45% и 15-35% соответственно [18]. Исследователи выделяют истинный и гипотетический гетерозис. Первый представляет собой превосходство гибрида над лучшим из родителей по изучаемому признаку, второй – превосходство над средним значением признака у обоих родителей. Для экономической оценки эффективности выращивания нового F₁ гибрида используют так называемый «конкурсный гетерозис», который демонстрирует превосходство нового гибрида над лучшими гибридами, культивируемыми в настоящее время в данной местности [19]. Таким образом,

исследования гибридной силы, возникающей в результате скрещиваний различных инбредных родительских линий, является актуальной задачей и одним из этапов создания F₁ гибридов огурца.

Материалы и методика исследования

Объектом исследования служили короткоплодные партенокарпические реципрокные F₁ гибриды огурца F₁ Дружный (F₁ I73514 x I74011) (рис.1), F₁ I74011 x I73514 (рис.2) и их родительские линии I73514 и I74011 селекции ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева».



Рис. 1. F₁ Дружный (I73514 x I74011)
Fig. 1. F₁ Druzhny (I73514 x I74011)



Рис. 2. F₁ I74011 x I73514
Fig. 2. F₁ I74011 x I73514

В качестве контроля использовали F₁ SV4097CV зарубежной селекции фирмы «Seminis» (Нидерланды) (рис. 3). Исследование проводили в 2020-2021 годах в промышленных плёночных теплицах «Овощной опытной станции им. В.И. Эдельштейна» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева



Рис. 3. F₁ SV4097CV
Fig. 3. F₁ SV4097CV



Рис. 4. F₁ гибриды огурца в теплице «Овощной опытной станции им. В.И. Эдельштейна
Fig. 4. F₁ cucumber hybrids in the green house of the V. I. Edelstein Vegetable Experimental Station

в городе Москве на малообъемной гидропонике в торфяных мешках (рис. 4).

Посев семян в 2020-2021 годах проводили в первой декаде февраля в пластиковый лоток. В качестве субстрата использовали верховой торф, перлит с добавлением минеральных удобрений. При появлении первых семядольных листьев рассаду досвечивали под натриевыми лампами в рассадном отделении теплицы, с вентиляционным обогревом. На стадии семядольных листьев произвели пикировку всходов в пластиковые горшки размером 9x9 см. Рассаду высаживали в основной блок теплицы на стадии 4 настоящих листьев в первой декаде марта. Опыт был заложен методом рандомизированных повторений в двукратной повторности по 10 растений. Расстояние между высаженными растениями в рядке состав-

ляло 45 см, высота от поверхности субстрата до шпалеры – 2,35 м. Схема посадки – 100x(40x45) см. Тепличный комплекс был оснащён раствором узлом. Подача питательного раствора осуществлялась с помощью проведённого в теплицу капельного полива. До укоренения растений в субстрате питательный раствор подавался круглосуточно, в дальнейшем от 5 до 9 раз за сутки с нормой 0,5-3,0 л на одно растение в зависимости от возраста. Для полива использовали стандартный маточный раствор ЕС – 2,73 мСм/см, рН=5,7. Корректировали питательный раствор в течение вегетации с учётом величины ЕС и рН субстрата, для чего 1 раз в 3 недели проводился его агрохимический анализ. Для лучшей приживаемости рассады после посадки, температуру в теплице поддерживали на уровне 20°C в течение 3-х суток. До начала плодоношения температурный режим был разделён на два оптимума по времени и освещённости дня. В пасмурные дни: днём – 20-22°C, ночью – 17°C. В солнечные дни: днём – 22-24°C, ночью – 19°C. Для поддержания заданного оптимального температурного режима в теплице использовали систему водяного отопления и автоматическое открытие верхних фрамуг крыши. Через 3 суток после посадки растения подвязывали к шпалере. В пазухах 5 настоящих листьев проводили удаление цветков и боковых побегов. Главный стебель по достижении шпалеры оборачивали восьмёркой и прищипывали. Сборы плодов проводили 2-3 раза в неделю по мере отрастания зеленцов до конца мая. В период выращивания проводили трехкратную обработку инсектицидами против паутинного клеща: первую – Битоксибациллином, последующие – Вертимек КЭ. Скороспелость определяли по урожаю за первые 15 суток плодоношения. Раннеспелость (межфазный период) учитывали в сутках от всходов до распускания первого цветка у 90% растений и от всходов до сбора первого плода у селекционного образца. Данные были статистически обработаны с помощью программы Microsoft Excel, по методикам Б.А. Доспехова [20] и А.Р. Hallauer [21].

Результаты и обсуждение

Средние значения родительских линий и гибридов по основным компонентам урожайности, представленным в таблице 1, указывают на значительные различия между инбредными родительскими линиями и F₁ гибридами с их участием. Реципрокные гибриды F₁ Дружный и F₁ I-4011 x I-3514 по основным хозяйственно ценным признакам значительно не отличались друг от друга. Гибрид Дружный превышал контрольный гибрид SV4097CV по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения, а обратный гибрид F₁ I-4011 x I-3514 был на уровне контроля. Товарность у всех исследуемых селекционных образцов была очень высокой и варьировала у инбредных родительских линий от 96,9 до 97,9%. У реципрокных гибридов Дружный и F₁ I-4011 x I-3514 она была практически на одном уровне и составила 98,5 и 98,6% соответственно.

Гипотетический, истинный и конкурсный гетерозис для всех гибридов по изучаемым признакам приведены в таблице 2. Оценка гетерозисного эффекта показала, что у F₁ Дружный наблюдались небольшие положительные эффекты гипотетического и истинного гетерозиса по скороспелости (соответственно МРН=10%; НРН=3,1%), средние положительные эффекты гетерозиса по урожайности (МРН=22%; НРН=15,9%) и числу плодов с растения (МРН=26,4%; НРН=15,8%). Были выявлены небольшие отрицательные показатели эффекта гетерозиса по раннеспелости («всходы-цветение») (МРН=-3,4%; НРН=-6,5%) и по средней массе плода (МРН=-2,2%; НРН=-5,3%).

Таблица 1. Средние значения основных хозяйственно-ценных признаков F₁ гибридов огурца и их родительских линий (2020-2021 годы)
Table 1. Average values of the main economically valuable F₁ traits of cucumber hybrids and their parent lines (2020-2021)

Селекционный образец	РДЦ	РДП	С	У	ЧП	МП	Т
F ₁ SV4097CV	45	63	2,6	20,8	87,3	74,6	99,1
F ₁ Дружный (F ₁ I73514 x I74011)	43	56	3,3	23,3	100,4	72,1	98,5
F ₁ I74011 x I73514	44	56	2,9	22,8	97,5	72,8	98,6
I73514	43	56	3,2	20,1	86,7	71,4	97,8
I74011	46	56	2,8	18,1	72,2	76,1	96,9
НСР ₀₅	-	-	0,5	2,3	11	-	-

Примечание: РДЦ – раннеспелость (межфазный период «всходы – цветение»), суток; РДП – раннеспелость (межфазный период «всходы – начало плодоношения»), суток; С – скороспелость, кг; У – общая урожайность, кг; ЧП – число плодов с растения, шт.; МП – масса плода, г; Т – товарность, %.

У обратного гибрида F₁ I₇4011 x I₇3514 наблюдалась схожая тенденция по проявлению эффектов гипотетического и истинного гетерозисного эффекта по основным хозяйственно-ценным признакам. Положительные эффекты гетерозиса в среднем были ниже, чем у F₁ Дружный (F₁ I₇3514 x I₇4011) и составили по урожайности – МРН=19,4%; НРН=13,4%, числу плодов с растения – МРН=22,5%; НРН=12,5%. Был выявлен слабый отрицательный гетерозисный эффект у F₁ I₇4011 x I₇3514 по скороспелости (МРН=–3,3%; НРН=–9,4%). Отмечались также незначительные отрицательные эффекты гетерозиса по раннеспелости «всходы-цветение» (МРН=–1,1%; НРН=–4,4%) и средней массе плода (МРН=–1,3%; НРН=–4,3%).

Экономическая оценка гибридов может основываться на данных конкурсного гетерозиса показанного в таблице 2. Гибрид F₁ Дружный по урожайности (СН=12%) и ее основным компонентам – скороспелости (СН=26,9%) и числу плодов с растения (СН=15%) превзошёл контрольный гибрид F₁ SV4097CV. Обратный гибрид I₇4011 x I₇3514 по основным компонентам урожайности был на уровне контроля. По раннеспелости «всходы – начало плодоношения», (СН=–11,1%) и массе плода (СН=–3,4...–2,4%) у исследуемых гибридов наблюдались отрицательные значения конкурсного гетерозиса.

Степень доминантности указывает на характер наследования того или иного количественного хозяйственно полезного признака. Значение степени доминантности (1 < h_p < +∞) указывает на наличие сверхдоминирования в наследовании таких

признаков как: урожайность (h_p=2,7...3,2), число плодов с растения (h_p=1,5...1,9) и товарность (h_p=1,6...2,3). Отрицательное сверхдоминирование (-1 < h_p < -∞), наблюдалось по раннеспелости «всходы-цветение» (h_p= -2...-1,3) и средней массе плода (h_p= -1,7...-1,2). По признакам раннеспелость «всходы – начало плодоношения» (h_p=0) и «скороспелость» (h_p=-0,1...0,5) выявлено промежуточное наследование (-0,5 ≤ h_p ≤ 0,5) (табл. 2).

Заключение

По результатам проведённого исследования родительские инбредные линии значимо различались по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения. Реципрокные F₁ гибриды напротив, практически не отличались по всем изучаемым хозяйственно-ценным признакам, что указывает на отсутствие материнского эффекта по изучаемым признакам. Гибрид Дружный значимо превышал контрольный гибрид SV4097CV по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения, а обратный гибрид F₁ I₇4011 x I₇3514 был на уровне контроля, что указывает на перспективность выращивания этих гибридов на малообъёмной технологии в условиях весенне-летнего оборота. Наличие у рассмотренных F₁ гибридов гетерозисного эффекта и сверхдоминирования в наследовании основных компонентов урожайности может обеспечить создание гетерозисных короткоплодных партенокарпических гибридов огурца для профессионального рынка защищённого грунта Московского региона.

Таблица 2. Степень доминантности и гетерозисный эффект по основным хозяйственно-ценным признакам у F₁ гибридов огурца
Table 2. The degree of dominance and heterosis effect on the main economically valuable traits in F₁ cucumber hybrids

Признак	F ₁ Дружный (I73514 x I74011)				F ₁ I74011 x I73514			
	МРН, %	НРН, %	СН	h _p	МРН, %	НРН, %	СН	h _p
РДЦ	-3,4	-6,5	-4,4	-2	-1,1	-4,4	-2,2	-1,3
РДП	0	0	-11,1	0	0	0	-11,1	0
С	10,0	3,1	26,9	0,5	-3,3	-9,4	11,5	-0,1
У	22,0	15,9	12,0	3,2	19,4	13,4	9,6	2,7
ЧП	26,4	15,8	15,0	1,9	22,5	12,5	11,7	1,5
МП	-2,2	-5,3	-3,4	-1,7	-1,3	-4,3	-2,4	-1,2
Т	1,2	0,7	-0,6	1,6	1,3	0,8	-0,5	2,3

Значимо при 5% - ном уровне вероятности

Примечание: РДЦ – раннеспелость (межфазный период «всходы – цветение»), суток; РДП – раннеспелость (межфазный период «всходы – начало плодоношения»), суток; С – скороспелость, кг; У – общая урожайность, кг; ЧП – число плодов с растения, шт.; МП – масса плода, г; Т – товарность, %; ДМ – длина междоузлий, см. Гипотетический гетерозисный эффект (МРН – Mid-parent heterosis), истинный гетерозисный эффект (НРН – High-parent heterosis) и конкурсный гетерозис (СН – competitive heterosis); h_p – степень доминантности признака.

Об авторах:

Александр Анатольевич Ушанов – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, автор для переписки, a.ushanoff@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9738-1409>

Роман Андреевич Ульянов – студент 1 курса магистратуры института садоводства и ландшафтной архитектуры, ulra.2017@gmail.com

Алексей Александрович Миронов – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, a.mironov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0297-500X>

About the authors:

Alexander A. Ushanov – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Correspondence Author, a.ushanoff@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9738-1409>

Roman A. Ulyanov – 1st year Master of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture, ulra.2017@gmail.com

Alexey A. Mironov – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, a.mironov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0297-500X>

• Литература

- Candolle, A.D. The Origin of Cultivated Plants. Cambridge: Cambridge University Press. 2011; pp.1-7. <http://doi.org/10.1017/CBO9781139107365.002>
- Бакланова О.В., Чистякова Л.А. Новый гибрид огурца F₁ Пилигрим: выращивание в пленочных теплицах. *Картофель и овощи*. 2019;(3):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.71.84.001>
- Тимошенко И.В., Огнев В.В. Огурец на юге: многообразие технологий и гибридов. *Картофель и овощи*. 2018;(1):15-17.
- Чистякова Л.А. и др. Способы выращивания гибридов огурца. *Картофель и овощи*. 2016;(8):15-16.
- Сирота С.М., Пинчук Е.В., Шевченко Т.Е. Реалии российского рынка овощебахчевых культур в разрезе баланса производства и потребления продукции. *Картофель и овощи*. 2020;(4):3-9. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.93.16.001>
- Чистякова Л.А., Бакланова О.В., Ховрин А.Н., Корнев А.В. Оценка гетерозисных гибридов огурца на пригодность выращивания в период низкой освещенности. *Картофель и овощи*. 2020;(8):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.93.16.001>
- Макарова Е.Л., Чистякова Л.А., Бакланова О.В., Борцова Ю.В. Сортоизучение партенокарпических гибридов огурца в условиях второй световой зоны (г. Киров). *Картофель и овощи*. 2020;(11):33-36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.30.39.004>
- Чистякова Л.А., Барбаричкая И.В., Бакланова О.В., Ховрин А.Н. Огурец на юге России. *Картофель и овощи*. 2019;(11):38-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.44.63.009>
- Гасимова Г.А., Сафина Г.А. Экологически безопасное производство огурцов в условиях ООО «ТК Майский»: учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2016;(225):103-106.
- Удалова О.Р., Аникина Л.М., Мирская Г.В., Конончук П.Ю., Панова Г.Г. Малообъемная и тонкослойная панопоника в интенсивной светокультуре огурца: основы и результаты применения. *Овощи России*. 2021;(2):39-44. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-39-44>
- Федоров Д.А., Богданова В.Д., Фильцына Ю.Г., Воробьев М.В. Сортоиспытание огурца F₁ Киборг, F₁ Баварец при выращивании в защищенном грунте на светокультуре. *Овощи России*. 2021;(2):45-50. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-45-50>
- Cramer C.S., Wehner T.C. Fruit yield and yield component correlations of four pickling cucumber populations: *Cucurbit Genet Coop Rpt*. 2000b;(23):12-15.
- Hayes H.R., Jones D.F. First generation crosses in cucumber: *Ann. Rep. Conn. Agr. Exp. Sta.* 1916: 319-322.
- Ткаченко Н.Н. Селекционные работы с овощными культурами на украинской станции овощного хозяйства (1931-1934). Селекция и семеноводство овощных растений. Грибовская селекционная станция, 1920-1935. М., ОГИЗ-Сельхозгиз, 1936. 299-324 с.
- Мещеров Э.Т. Получение высокоурожайных гибридных семян огурцов / Э.Т. Мещеров. Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л., 1957;(31):223-225.
- 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>
- D. J. Parm KN. Exploitation of hybrid vigour through diallel analysis in cucumber (*Cucumis sativus* L.). EJPB [Internet]. 4Apr.2018 [cited 5Nov.2021];9(1):60-5. Available from: <http://www.ejplantbreeding.org/index.php/EJPB/article/view/2158>
- Ушанов А.А., Миронов А.А., Франц В.Д. Гетерозисный эффект у гибридов партенокарпического огурца в открытом грунте. *Картофель и овощи*. 2021;(10):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.53.90.004>
- Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., Тарутина Л.А., Шаптуренко М.Н. Гетерозис в селекции сельскохозяйственных растений. Сб. науч. тр. по мол. и прикл. генетике. М., 2008;(8):7-24.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта М. 1985. 351 с.
- Hallauer A.R., Miranda J.B. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ Press, Ames, 2010. 468 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0766-0>

• References

- Candolle, A.D. The Origin of Cultivated Plants. Cambridge: Cambridge University Press. 2011; pp. 1-7. <http://doi.org/10.1017/CBO9781139107365.002>
- Baklanova O.V., Chistyakova L.A. A new hybrid of cucumber F₁ Pilgrim: growing in film greenhouses. *Potatoes and vegetables*. 2019;(3):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.71.84.001>
- Timoshenko I.V., Ognev V.V. Cucumber in the South: diversity of technologies and hybrids. *Potatoes and vegetables*. 2018;(1):15-17. (In Russ.)
- Chistyakova L.A. et al. Methods of growing cucumber hybrids. *Potatoes and vegetables*. 2016;(8):15-16. (In Russ.)
- Sirota S.M., Pinchuk E.V., Shevchenko T.E. Realities of the Russian market of vegetables melons in the context of the balance of production and consumption of products. *Potato and vegetables*. 2020;(4):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.93.16.001>
- Chistyakova L.A., Baklanova O.V., Khovrin A.N., Kornev A.V. Evaluation of heterotic cucumber hybrids for the suitability of cultivation in low light. *Potatoes and vegetables*. 2020;(8):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.93.16.001>
- Makarova E.L., Chistyakova L.A., Baklanova O.V., Borisova Yu.V. Variety study of parthenocarpic cucumber hybrids in the conditions of the second light zone (Kirov). *Potatoes and vegetables*. 2020;(11):33-36. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.30.39.004>
- Chistyakova L.A., Babaritskaya I.V., Baklanova O.V., Khovrin A.N. Cucumber in the south of Russia. *Potatoes and vegetables*. 2019;(11):38-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.44.63.009>
- Gasimova G.A., Safina G.A. Environmentally safe production of cucumbers in the conditions of LLC TK Maisky: *scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2016;(225):103-106. (In Russ.)
- Udalova O.R., Anikina L.M., Mirskaya G.V., Kononchuk P.Yu., Panova G.G. Low-volume and thin-layer panoponics in intensive artificial-light culture of cucumber: basics and results of application. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):39-44. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-39-44>
- Fedorov D.A., Bogdanova V.D., Filtsyna Yu.G., Vorobyev M.V. Testing variety of cucumber F₁ Ciborg, F₁ Bavarets in LIT crop culture. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):45-50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-45-50>
- Cramer C.S., Wehner T.C. Fruit yield and yield component correlations of four pickling cucumber populations. *Cucurbit Genet Coop Rpt*. 2000b;(23):12-15.
- Hayes H.R., Jones D.F. First generation crosses in cucumber. *Ann. Rep. Conn. Agr. Exp. Sta.* 1916: 319-322.
- Tkachenko N.N. Breeding work with vegetable crops at the Ukrainian vegetable farm station (1931-1934). Breeding and seed production of vegetable plants. Gribovskaya breeding station, 1920-1935. M.: OGIZ-Selkhozgiz, 1936. p. 299-324. (In Russ.)
- Meshcherov E. T. Obtaining high-yielding hybrid cucumber seeds. Collection of scientific papers on applied botany, genetics and breeding. L., 1957;(31):223-225. (In Russ)
- 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>
- D. J. Parm KN. Exploitation of hybrid vigour through diallel analysis in cucumber (*Cucumis sativus* L.). EJPB [Internet]. 4Apr.2018 [cited 5Nov.2021]; 9(1):60-5. Available from: <http://www.ejplantbreeding.org/index.php/EJPB/article/view/2158>
- Ushanov A.A., Mironov A.A., Franz V.D. Heterosis effect in hybrids of parthenocarpic cucumber in the open ground. *Potatoes and vegetables*. 2021;(10):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.53.90.004>
- Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V., Tarutina L.A., Shapturnenko M.N. Heterosis in the selection of agricultural plant. *Collection of scientific papers on molecular and applied genetics*. M., 2008;(8):7-24. (In Russ.)
- Dospikhov B.A. Methodology of field experience. M., 1985. 351 p. (In Russ.)
- Hallauer A.R., Miranda J.B. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ Press, Ames, 2010. 481 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0766-0>