

## 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 F<sub>1</sub> 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 (F<sub>1</sub> I<sub>73514</sub> x I<sub>74011</sub>), F<sub>1</sub> I<sub>74011</sub> x I<sub>73514</sub> и их родительские инбредные линии I<sub>73514</sub> и I<sub>74011</sub> селекции ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева». В качестве контроля использовали F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> Дружный (F<sub>1</sub> I<sub>73514</sub> x I<sub>74011</sub>) и обратный гибрид I<sub>73514</sub> x I<sub>74011</sub> 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 F<sub>1</sub> I<sub>74011</sub> x I<sub>73514</sub> был на уровне контроля, что указывает на перспективность выращивания этих гибридов в условиях весенне-летнего оборота на малообъемной гидропонике.

**Ключевые слова:** F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> 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 (F<sub>1</sub> I<sub>73514</sub> x I<sub>74011</sub>), F<sub>1</sub> I<sub>74011</sub> x I<sub>73514</sub> and their parent inbred lines I<sub>73514</sub> and I<sub>74011</sub> of selection by N.N. Timofeev Breeding Station LLC. F<sub>1</sub> 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, F<sub>1</sub> Дружный (F<sub>1</sub> I<sub>73514</sub> x I<sub>74011</sub>) and the reverse hybrid I<sub>73514</sub> x I<sub>74011</sub> 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 F<sub>1</sub> I<sub>74011</sub> x I<sub>73514</sub> 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:** F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> гибридов женского типа цветения [8]. Тепличные F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> гибридов огурца.

**Материалы и методика исследования**

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



**Рис. 1. F<sub>1</sub> Дружный (I73514 x I74011)**  
**Fig. 1. F<sub>1</sub> Druzhny (I73514 x I74011)**



**Рис. 2. F<sub>1</sub> I74011 x I73514**  
**Fig. 2. F<sub>1</sub> I74011 x I73514**

В качестве контроля использовали F<sub>1</sub> 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. F<sub>1</sub> SV4097CV**  
**Fig. 3. F<sub>1</sub> SV4097CV**



**Рис. 4. F<sub>1</sub> гибриды огурца в теплице «Овощной опытной станции им. В.И. Эдельштейна**  
**Fig. 4. F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> гибридами с их участием. Реципрокные гибриды F<sub>1</sub> Дружный и F<sub>1</sub> I-4011 x I-3514 по основным хозяйственно ценным признакам значимо не отличались друг от друга. Гибрид Дружный превышал контрольный гибрид SV4097CV по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения, а обратный гибрид F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> гибридов огурца и их родительских линий (2020-2021 годы)  
Table 1. Average values of the main economically valuable F<sub>1</sub> traits of cucumber hybrids and their parent lines (2020-2021)

Селекционный образец	РДЦ	РДП	С	У	ЧП	МП	Т
F <sub>1</sub> SV4097CV	45	63	2,6	20,8	87,3	74,6	99,1
F <sub>1</sub> Дружный (F <sub>1</sub> I73514 x I74011)	43	56	3,3	23,3	100,4	72,1	98,5
F <sub>1</sub> 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 <sub>05</sub>	-	-	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 F<sub>1</sub> I<sub>7</sub>4011 x I<sub>7</sub>3514 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 F<sub>1</sub> Дружный (F<sub>1</sub> I<sub>7</sub>3514 x I<sub>7</sub>4011) 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 F<sub>1</sub> I<sub>7</sub>4011 x I<sub>7</sub>3514 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 F<sub>1</sub> Дружный по урожайности (СН=12%) и ее основным компонентам – скороспелости (СН=26,9%) и числу плодов с растения (СН=15%) превзошел контрольный гибрид F<sub>1</sub> SV4097CV. Обратный гибрид I<sub>7</sub>4011 x I<sub>7</sub>3514 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-ценного признака. Значение степени доминантности (1 < h<sub>p</sub> < +∞) указывает на наличие сверхдоминирования в наследовании таких

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

**Заключение**

По результатам проведенного исследования родительские инбредные линии значимо различались по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения. Реципрокные F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> I<sub>7</sub>4011 x I<sub>7</sub>3514 был на уровне контроля, что указывает на перспективность выращивания этих гибридов на малообъемной технологии в условиях весенне-летнего оборота. Наличие у рассмотренных F<sub>1</sub> гибридов гетерозисного эффекта и сверхдоминирования в наследовании основных компонентов урожайности может обеспечить создание гетерозисных короткоплодных партенокарпических гибридов огурца для профессионального рынка защищенного грунта Московского региона.

Таблица 2. Степень доминантности и гетерозисный эффект по основным хозяйственно-ценным признакам у F<sub>1</sub> гибридов огурца  
Table 2. The degree of dominance and heterosis effect on the main economically valuable traits in F<sub>1</sub> cucumber hybrids

Признак	F <sub>1</sub> Дружный (I73514 x I74011)				F <sub>1</sub> I74011 x I73514			
	МРН, %	НРН, %	СН	h <sub>p</sub>	МРН, %	НРН, %	СН	h <sub>p</sub>
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<sub>p</sub> – 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](mailto:ulra.2017@gmail.com)

**Алексей Александрович Миронов** – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, [a.mironov@rgau-msha.ru](mailto: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](mailto: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](mailto:ulra.2017@gmail.com)

**Alexey A. Mironov** – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, [a.mironov@rgau-msha.ru](mailto: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 F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> Киборг, F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> 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 F<sub>1</sub> Ciborg, F<sub>1</sub> 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>