

СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИИ ОГУРЦА ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЕ В ЗОНЕ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-102-108

УДК 635.63:632.4

Поступление/Received: 11.02.2019

Принято/Accepted: 10.06.2019

Э. Х. СУХАНБЕРДИНА¹, А. А. ГРУШИН¹,
Т. М. ПИСКУНОВА²SCREENING OF THE CUCUMBER COLLECTION FOR
RESISTANCE TO DOWNY MILDEW
IN THE LOWER VOLGA REGIONE. H. SUKHANBERDINA¹, A. A. GRUSHIN¹,
T. M. PISKUNOVA²

¹ Волгоградская опытная станция,
филиал Федерального исследовательского центра
Всероссийского института генетических ресурсов
растений имени Н. И. Вавилова (ВИР),
404160 Россия, Волгоградская обл., г. Краснослободск,
квартал опытная станция ВИР, 30;
✉ gnuvosvniir@yandex.ru

² Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов
растений имени Н. И. Вавилова (ВИР),
190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44;
✉ t.piskunova@vir.nw.ru

¹ Volgograd Experiment Station,
branch of the N. I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources (VIR),
30 VIR Experiment Station Block, Krasnoslobodsk,
Volgograd Province 404160, Russia;
✉ gnuvosvniir@yandex.ru

² N. I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources (VIR),
42, 44 Bolshaya Morskaya Street,
St. Petersburg 190000, Russia;
✉ t.piskunova@vir.nw.ru

Актуальность. В настоящее время самым распространенным и вредоносным заболеванием огурца является пероноспороз (ложная мучнистая роса). В связи с этим, актуальным направлением селекции остается выведение новых, более устойчивых к пероноспорозу сортов огурца для выращивания в различных регионах. Решение этой задачи требует проведения поиска доноров устойчивости для использования в селекционной работе. **Материалы и методы.** Исследования проводились в филиале ВИР Волгоградская опытная станция ВИР по общепринятым методикам. Материалом для скрининга послужила коллекция огурца ВИР. **Результаты и выводы.** В результате многолетнего, на протяжении 32 лет, скрининга 2873 образцов огурца из коллекции ВИР были выявлены 57 устойчивых и относительно устойчивых к пероноспорозу образцов, что составляет 2,0% от числа изученных. Иммунные образцы не найдены. Среди выделившихся форм можно особо отметить образцы с наибольшей продуктивностью: местные образцы из Азербайджана (вр. к.-3999 и вр. к.-4004), а также сорта из Китая 'Zungsungerum-oi' (вр. к.-3701), 'Tianin mini cucumber' (к.-4490), 'Тянь узинь яо № 5' (вр. к.-3840), 'Тянь-узинь ян № 6' (вр. к.-3841). Из числа устойчивых и относительно устойчивых образцов 76% происходили из стран Юго-Восточной Азии. За время изучения 23 образца потеряли свою устойчивость и стали сильно поражаться пероноспорозом. Исходя из этого, можно сделать вывод о необходимости периодических повторных проверок устойчивых образцов. В группу толерантных были выделены 20 образцов. Из них наибольшей средней урожайностью обладают образцы 'Yeo leam sam chuk oi' (к.-4545), 'Crispy Top F₁' (вр. к.-3549) и 'Пчелка F₁' (вр. к.-3981).

Ключевые слова: огурец, коллекция, пероноспороз, источники, скрининг, устойчивость, толерантность, урожайность.

Background. Currently, the most widespread and harmful disease of cucumber is downy mildew. In this regard, a vitally important trend in cucumber breeding is the development of new cultivars, more resistant to downy mildew, for cultivation in different regions. Solution to this problem requires searching for donors of resistance for use in breeding practice. **Materials and methods.** The studies were conducted at Volgograd Experiment Station of VIR using conventional methods. The material for the screening was the collection of cucumber genetic resources held by VIR. **Results and conclusions.** During 32 years of work, 2873 cucumber accessions from VIR's holdings were screened. As a result, 57 accessions with resistance or relative resistance to downy mildew were identified, i. e. 2.0% of the total number studied. Immune accessions were not found. Among the selected accessions, those with the highest yield are noteworthy: landraces from Azerbaijan (temp. k-3999 and temp. k-4004) as well as the cultivars from China 'Zungsungerum-oi' (temp. k-3701), 'Tianin mini cucumber' (k-4490), 'Tian Uzin Yao No. 5' (temp. k-3840) and 'Tian Uzin Yang No. 6' (temp. k-3841). Of the resistant and relatively resistant accessions, 76% were from Southeast Asia. During the years of study, 23 accessions, previously resistant to downy mildew, lost their resistance and suffered severe damage from the disease. Hence, it seems obvious that resistant accessions should be periodically retested for susceptibility to downy mildew. Twenty accessions were selected to form a group of tolerant ones. Of these, 'Yeo leam sam chuk oi' (k-4545), 'Crispy Top F₁' (temp. k-3549) and 'Pchelka F₁' (temp. k-3981) had the highest average yield.

Key words: cucumber, collection, downy mildew, sources, screening, resistance, tolerance, yield.

Введение

Ложная мучнистая роса (пероноспороз) огурца (возбудитель – *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow.) является в настоящее время самой вредоносной болезнью этой культуры, приводящей в отдельные годы к 100% гибели урожая. Патоген был впервые обнаружен на о. Куба в 1868 г., и затем его ареал интенсивно расширялся по всему земному шару. В России ложная мучнистая роса на огурце была зарегистрирована С. И. Ростовцевым в 1902 г. в Тверской и Московской областях. В 1984 и особенно в 1985 г. опустошительная эпифитотия наблюдалась на плантациях огурца во многих странах Европы, включая Финляндию и СССР (Grinko, Zherdetskaya, 1991; Grinko, 2003).

Ежегодно эпифитотия ложной мучнистой росы угрожает производству огурца в более чем 80 странах мира. Болезнь особенно опасна там, где теплый климат сочетается с обильным выпадением осадков, больше 300 мм в год (Lebeda, Cohen, 2011).

В настоящее время наиболее популярным способом борьбы с пероноспорозом является применение фунгицидов. Однако их использование имеет существенные недостатки: химические препараты необходимо применять многократно, в результате чего повышается себестоимость продукции, загрязняется окружающая среда и сама продукция, вырабатывается резистентность возбудителей к химикатам. Кроме того, применяемые фунгициды недостаточно эффективны.

Самым перспективным, наиболее экономичным, эффективным, радикальным и экологически чистым методом защиты, который улучшает качество продукции и уменьшает загрязненность окружающей среды, является создание и внедрение в производство устойчивых сортов и гибридов.

Значительная работа, направленная на изучение, поиск и создание устойчивых к пероноспорозу сортов и гибридов, проводится в различных странах мира. Устойчивость к этому заболеванию контролируется генами, обозначаемыми символом «Dm» – от английского названия *Downy mildew*. Эффективными генами устойчивости к болезни являются *Dm1.1*, *Dm5.1*, *Dm5.3* (Lebeda, Doležal, 1995).

Учеными ВИР и его филиалов проведен многолетний скрининг коллекции огурца по устойчивости к ложной мучнистой росе. Так, в филиалах Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР) – Крымская опытно-селекционная станция и Майкопская опытная станция ВИР – в период с 1965 по 2005 год проанализировано свыше 4200 образцов огурца из мировой коллекции ВИР, включая новые сорта и гибриды отечественной и зарубежной селекции (Neklyudova, Korneev, 1980; Krivchenko et al., 1986; Medvedev, 2014). В Московском отделении ВИР изучено более 500 образцов из коллекции ВИР, среди которых 30 образцов оказались относительно устойчивы к пероноспорозу (Pyzhenkov, 1979).

В результате этих исследований установлено, что число устойчивых и относительно устойчивых образцов составляет от 1,2 до 5,0% от общего количества изученных, и сделан вывод об отсутствии образцов с полной устойчивостью к ложной мучнистой росе.

На Волгоградской опытной станции ВИР изучение устойчивости коллекционных образцов огурца к ложной мучнистой росе проводится с 1986 года. По результатам исследований, проведенных в 1986–2000 гг., была

опубликована статья, в которой обобщены результаты изучения устойчивости огурца к пероноспорозу, приводится список относительно устойчивых образцов, исследовано влияние погодных условий на развитие пероноспороза (Grushin, Sukhanberdina, 2003). Данные по оценке коллекционных образцов за период с 2001 по 2018 г. частично опубликованы в «Каталоге мировой коллекции ВИР» (Sukhanberdina, Piskunova, 2018).

В селекции огурца остаются проблемы поиска источников устойчивости к пероноспорозу. При этом необходимо учитывать, что для нашей страны, имеющей огромную территорию с множеством агроклиматических зон, требуется создание сортов и гибридов, устойчивых к расовому составу патогена, характерному для конкретной зоны выращивания. К настоящему времени еще не найдены доноры, иммунные к пероноспорозу, но уже созданы устойчивые и относительно устойчивые гибриды.

Первым этапом для селекции является скрининг коллекционных образцов для выявления доноров, несущих гены устойчивости. Значительным исходным материалом для этого располагает коллекция огурца ВИР, насчитывающая около 4000 образцов из более 70 стран мира (Burenin et al., 2009).

Материалы и методы

На Волгоградской опытной станции ВИР исследование проводили в течение 32 лет (1986–2018 гг.). Был осуществлен скрининг по устойчивости к пероноспорозу 2873 образцов огурца из 77 стран, в том числе: России – 601, Нидерландов – 336, Японии – 222, США – 244, Германии – 139, Китая – 112, Канады – 77, Дании – 76, Венгрии – 66, Индии – 65, Украины – 60, Азербайджана – 57, Франции – 48, Швеции – 47 и других стран – 723.

Учетная площадь делянки – 5 м², растения размещали по схеме 25×70 см. Технология возделывания была общепринятой для культуры огурца в зоне недостаточного увлажнения. Полив осуществлялся при помощи капельного орошения. Агротехнический уход включал прополку, рыхление, трехкратное внесение минеральных удобрений.

Изучение коллекционных образцов проводили по методике ВИР (Pyzhenkov, Yuldasheva, 1977). В качестве стандарта использовали районированный сорт 'Обильный'. Регулярные сборы зеленца проводили через 1–2 дня. Продуктивность образца определяли по урожаю, собранному за весь период плодоношения в расчете на 1 м².

Оценку образцов по устойчивости к ложной мучнистой росе проводили на естественном инфекционном фоне по методикам, предложенным отделом иммунитета ВИР для овощных культур, используя шкалу устойчивости в баллах (Krivchenko et al., 1975):

- 0 – поражение отсутствует – иммунитет;
- 1 балл – очень слабое поражение (поражено менее 10% поверхности листьев) – устойчивость;
- 2 балла – среднее поражение (поражено около 25% поверхности листьев) – относительная устойчивость;
- 3 балла – сильное поражение (поражено до 50% поверхности листьев) – восприимчивость;
- 4 балла – очень сильное поражение, вызывающее гибель растений – сильная восприимчивость.

Результаты и обсуждение

Заболевание ложной мучнистой росой в зоне Нижнего Поволжья почти ежегодно носит эпифитотийный характер. Таким образом, скрининг по устойчивости к пероноспорозу проводился на сильном инфекционном фоне, о чем свидетельствует значительная степень развития болезни на коллекции. Умеренное развитие болезни наблюдалось в 1996 (45,2%) и 2017 годах (57,3%).

В 2011 году пероноспороз отсутствовал. В остальные годы поражение коллекции варьировало от 72,6 до 97,7%.

В результате проведенных исследований выделено 57 устойчивых и относительно устойчивых образцов, что составляет 2% от общего числа изученных (табл. 1). Образцы с полной устойчивостью к ложной мучнистой росе не обнаружены.

Таблица 1. Устойчивые и относительно устойчивые к пероноспорозу образцы огурца (Волгоградская ОС ВИР, 1986–2018 гг.)

Table 1. Cucumber accessions resistant and relatively resistant to downy mildew (Volgograd Experiment Station of VIR, 1986–2018)

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Максимальная степень поражения, балл	Урожайность, кг/м ²	
				средняя	min – max
1	2	3	4	5	6
к-4484	205 Cucumber	Тайвань	2	17,7	7,0 – 20,0
вр.к-3658	Azuma natsufushi	Япония	1	–	–
вр.к.-3782	Burpless Tasty Green F ₁	Нидерланды	2	12,7	9,0 – 20,0
вр.к-3718	China Top F ₁	Тайвань	2	–	–
вр.к-3597	Duke	Япония	2	7,3	7,0 – 8,0
вр.к-3699	Early Long	Ю. Корея	2	5,2	3,4 – 6,5
к-4174	Early set №36	Япония	1	6,6	5,0 – 8,0
к-4482	Jing Xu 1 hao	Южная Корея	2	10,0	8,0 – 13,0
вр.к-3845	Jinza № 2 F ₁	Китай	1	14,1	11,0 – 20,0
вр.к-3844	Jinza № 4 F ₁	Китай	1	14,7	11,0 – 21,0
к-3961	Jokota risshuu	Япония	2	–	–
к-4420	Juliru	Япония	2	12,3	10,0 – 15,0
вр.к-3862	Man chuncheongjangmadi	Южная Корея	2	8,2	5,0 – 12,0
вр.к-3336	Mambi	Куба	2	10,1	7,0–13,0
к-2842	Miganozin	Япония	2	–	–
вр.к-3553	Natsuhikari F ₁	Япония	2	12,9	10,0 – 15,0
к-2785	Natsufusinari	Япония	1	–	–
к-3235	Okute Aodai	Япония	2	–	–
к-4731	P.I.22980816,6	Канада	1	–	–
вр.к-3668	Prolific F ₁	Япония	1	–	–
к-4269	Pusa Sanyog	Индия	1	–	–
к-3215	Sachikaze	Япония	2	–	–
к-3662	Sadao Rischu	Япония	2	–	–
вр.к-3664	Santou	Япония	2	–	–
вр.к-3406	Sarlahi Green	Непал	2	–	–
вр.к-3554	Shantung Suhyo Cross	Япония	2	14,1	12,0 – 16,0
к-3630	Shunjusairaku	Япония	2	–	–
вр.к-3903	Slicing High-Female Slice Max F ₁	Япония	2	14,2	13,0 – 16,0
вр.к-3771	Slicing Early Set F ₁	Нидерланды	2	–	–
к-4288	SH-To-70	Япония	1	16,7	13,0 – 20,0
к-4726	Takaido	Япония	1	11,4	10,0 – 12,7
вр.к-3885	Tasty Bright F ₁	Нидерланды	2	17,1	11,0 – 24,0
к-4720	Tasty Green F ₁	Германия	2	16,6	14,0 – 19,0
вр.к-3555	Tasty Queen 10 F ₁	Япония	2	15,2	14,0 – 17,0

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Максимальная степень поражения, балл	Урожайность, кг/м ²	
				средняя	min – max
к-4270	Tasty Green Hybrid	Япония	2	16,6	14,0 – 19,0
к-4490	Tianin mini cucumber	Китай	1	20,7	19,0 – 23,0
к-4545	Yeo leam chuk oi	Южная Корея	2	17,5	16,0 – 21,0
к-4423	Zena	Япония	2	–	–
к-4072	Zhong Nong № 2	Китай	2	16,1	13,0 – 18,0
к-4493	Zhong Nong № 8	Китай	1	9,2	6,0 – 14,0
к-4355	Zhong Nong № 15	Китай	2	15,6	7,0 – 23,0
вр.к-3701	Zungsungerum-oi	Южная Корея	2	29,1	26,0 – 31,0
вр.к.-4015	Водограй	Украина	2	13,7	11,0 – 15,0
к-4497	Дин-ень №2	Китай	1	11,0	5,0 – 19,0
вр.к-3867	Местный	Азербайджан	2	14,6	5,0 – 21,0
вр.к-3998	Местный	Азербайджан	2	17,1	4,0 – 27,0
вр.к.-3999	Местный	Азербайджан	2	20,2	9,0 – 40,0
вр.к-4004	Местный	Азербайджан	2	26,2	11,0 – 39,0
вр.к-4006	Местный	Азербайджан	2	12,9	4,0 – 20,0
вр.к.-4011	Местный	Азербайджан	2	17,0	7,0 – 24,0
вр.к-3834	Местный	Китай	2	15,0	11,0 – 16,0
к-4008	Местный № 515	Россия	2	4,8	4,0 – 6,8
к-4290	Судзукадзэ № 100	Япония	2	9,2	3,0 – 15,0
вр.к-3839	Тянь-узинь ян № 4	Китай	2	11,9	7,0 – 20,0
вр.к-3840	Тянь узинь яо № 5	Китай	1	19,5	14,0 – 28,0
вр.к-3841	Тянь-узинь ян № 6	Китай	2	19,1	14,0 – 26,0
к-4498	Тянь-узинь ян № 7	Китай	2	17,7	16,0 – 20,0
к-4127	Ямато 3 дюйма	Япония	2	6,0	4,0 – 13,0
к-3568	Обильный (стандарт)	Россия	4	5,1	2,1 – 7,2

Среди выделенных по устойчивости можно особо отметить образцы с высокой продуктивностью. К ним относятся местные образцы из Азербайджана (вр. к-3999 и вр. к-4004), у которых максимальная урожайность доходила до 39–40 кг/м² и средняя составляла 20 и 26 кг/м², а также четыре образца из Китая со средней урожайностью 19–29 кг/м²: 'Zungsungerum-oi' (вр. к-3701), 'Tianin mini cucumber' (к-4490), 'Тянь узинь яо № 5' (вр. к-3840), 'Тянь-узинь ян № 6' (вр. к-3841).

По происхождению образцы, приведенные в таблице 1, распределились следующим образом: Япония – 24 образца, Китай – 12, Азербайджан – 6, Южная Корея – 4, Нидерланды – 4, Тайвань – 24; Россия, Куба, Канада, Непал, Индия, Украина – по одному образцу. Таким образом, страны Юго-Восточной Азии представлены 44 образцами, что составляет 76% от числа устойчивых и относительно устойчивых образцов.

Полученные нами результаты подтверждают положение Н. И. Вавилова, о том, что генцентры культурных растений служат главным источником генотипической устойчивости к болезням (Vavilov, 1964). В. И. Пыженков (Pyzhenkov, 1977), анализируя регионы происхождения устойчивых к ложной мучнистой росе сортов огурца, установил, что они в основном происходят из первичного центра происхождения огурца – Индии и вторичных центров – Китая, Японии, Вьетнама, Бирмы, Непала, Индонезии, российского Дальнего Востока.

Приведенные выше данные подтверждают сделанные ранее нами и другими исследователями выводы:

а) иммунные к пероноспорозу доноры не найдены;
б) число устойчивых и относительно устойчивых к пероноспорозу образцов составляет незначительную долю от всей коллекции;

в) устойчивые образцы происходят преимущественно из стран Юго-Восточной Азии (Medvedev, Medvedeva, 1985; Krivchenko et al., 1986).

Оценка по устойчивости к пероноспорозу проводилась на всей коллекции, включающей также и образцы, высеянные для поддержания всхожести. Пересев образцов осуществлялся, как правило, через восемь-десять лет. Повторное изучение показало, что 23 образца, первоначально оцененные нами как относительно устойчивые, в дальнейшем стали сильно поражаться (табл. 2).

Причину утраты устойчивости можно объяснить тем, что возбудитель пероноспороза обладает значительной экологической адаптивностью и агрессивностью. Новые расы патогена с широким спектром вирулентности способны преодолевать устойчивость сортов и гибридов огурца. При этом ранее устойчивые образцы становятся высоко восприимчивыми и поражаются на 100%.

Доказано, что вирулентность возбудителя ложной мучнистой росы огурца в различных эколого-географических регионах сильно различается. Со временем, и порой очень быстро, появляются новые расы патогена. В научной ли-

тературе приводятся многочисленные примеры потери гибридами и сортами огурца устойчивости к ложной мучнистой росе со временем либо в зависимости от агроклиматической зоны выращивания (Medvedev, 1983; Medvedev, Medvedeva, 1985; Medvedeva, Krivchenko et al., 1986; Grinko, Zherdetskaya, 1991; Grinko, 2003).

Таким образом, поиск устойчивых образцов должен быть постоянным. Из-за широких приспособительных способностей к паразитированию возбудителя ложной мучнистой росы огурца, выделенные в качестве устойчивых коллекционные образцы необходимо периодически повторно проверять.

Таблица 2. Образцы огурца, изменившие степень устойчивости к пероноспорозу за период изучения (Волгоградская ОС ВИР 1986–2018 гг.)

Table 2. Cucumber accessions that changed their level of resistance to downy mildew during the period of study (Volgograd Experimental Station of VIR, 1986–2018)

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Год изучения	Максимальная степень поражения, балл
к-4783	Agnes mix F ₁ RS	Нидерланды	1987	1
			2016	4
вр.к-2863	CS 20280	Германия	1986	2
			1992	4
к-4022	First Pride	США	1995	2
			2005	3
к-2964	Green Slicer	Япония	1992	2
			2003	4
к-2841	Heiwa	Япония	1988	2
			2008	4
к-4217	High Mark II	Габон	1986	1
			2000	4
вр.3052	Hybrid NVH 2100	Франция	1987	2
			1990	4
к-3212	Jamato San-jaku	Япония	1999	2
			2012	4
к-4216	Miyama Suyo	Япония	2001	1
			2008	3
к-2257	№ 195	Россия	1987	2
			1989	4
к-2272	№ 271	Россия	1997	1
			2007	3
к-3194	Peking	Япония	1991	2
			1994	4
к-2892	Poinsett	США	1991	2
			1993	4
к-3712	RS 313 F ₁	Нидерланды	1987	2
			2001	4
к-4040	Saharanpur	Индия	1987	2
			2007	4
к-3614	444 Tempo	Нидерланды	1987	2
			1998	4
к-4151	White Wonder	Индия	1987	1
			2010	4
к-4309	Zhong nong № 1101	Китай	2001	2
			2010	4
к-2510	Местный 111	Россия	1993	2
			2008	4
к-4038	Местный Джампур	Индия	1987	1
			2003	4
к-3387	Надежный	Россия	1998	1
			2008	4
к-2970	Си-сань-цзяо-цуньсяо-цы-гуа	Китай	1993	2
			2014	4
к-4440	Славянский	Беларусь	2003	2
			2005	4

В таблице 3 приведены 20 толерантных (выносливых) образцов. К толерантным к пероноспорозу образцам относятся такие сорта и гибриды, которые, несмотря на поражение в 3–4 балла, продолжают вегетировать и не утрачивают продуктивную способность. Этот тип поражения связывают с защитной реакцией растения-хозяина, обладающего гиперчувствительностью на внедрение паразита. При этом клетки растения быстро гибнут, образуются небольшие по размеру некротические зоны, в которых

патоген локализуется. Такой тип поражения обусловлен наличием гена устойчивости к пероноспорозу *Dm1.1* (Pakhratdinova, 2017). Поскольку возбудитель пероноспороза является облигатным паразитом, он не может выжить на некротических тканях. Высокая степень некротизации приводит к сокращению доступных для спорообразования тканей, что непосредственно ограничивает повторное заражение и значительно замедляет распространение болезни (Loktina, 1970; Grinko, 2003).

Таблица 3. Образцы огурца, выделенные по толерантности к пероноспорозу (Волгоградская ОС ВИР, 1986–2018 гг.)

Table 3. Cucumber accessions tolerant to downy mildew (Volgograd Experiment Station of VIR, 1986–2018)

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Степень поражения, балл	Урожайность, кг/м ²	
				средняя	min – max
вр. к-3549	Crispy Top F ₁	Япония	3	15,5	13,0 – 20,0
вр. к.3261	Dex (E 366)	Нидерланды	4	9,7	7,0 – 12,0
к-4265	Forum F ₁	Польша	4	10,8	8,0 – 13,0
вр. к-3599	Mark 2	Япония	3	11,5	11,0 – 14,0
к-3918	Minerva	Нидерланды	3	10,7	9,0 – 14,0
к-4458	Mirella RS	Нидерланды	3-4	13,5	10,0 – 13,0
к-4748	Pioneer F ₁	Нидерланды	4	11,0	7,0 – 16,0
вр. к-3812	Telepathy F ₁	Нидерланды	4	11,7	9,0 – 14,0
к-4545	Yeoleam sam chuk oi	Южная Корея	3	17,5	15,0 – 21,0
вр. к-4024	Августин F ₁	Россия	4	11,8	8,0 – 13,0
вр. к-3977	Гомер F ₁	Россия	3	11,6	8,0 – 15,0
вр. к-3907	Дуняша F ₁	Россия	3	11,0	7,0 – 15,0
вр. к.4016	Леша F ₁	Украина	4	13,3	5,0 – 20,0
вр. к-3846	Местный	Россия	4	10,2	9,0 – 11,0
вр. к-3881	Местный	Азербайджан	4	12,6	10,0 – 15,0
вр. к-3980	Нефрит	Россия	4	11,1	5,0 – 17,0
вр. к-3981	Пчелка F ₁	Россия	3-4	14,3	7,0 – 20,0
вр. к-3985	Сашенька F ₁	Россия	4	11,4	9,0 – 14,0
вр. к-4021	Стрелец F ₁	Россия	4	10,3	6,0 – 14,0
вр. к-4017	Трой F ₁	Украина	4	13,0	9,0 – 18,0
к-3568	Обильный (стандарт)	Россия	4	5,1	2,1 – 7,2

Среди толерантных наибольшей урожайностью отличаются образцы 'Yeoleam sam chuk oi' (к-4545) из Южной Кореи со средней урожайностью 17,5 кг/м², 'Crispy Top F₁' (вр. к-3549) из Японии – 15,5 кг/м² и 'Пчелка F₁' (вр.к-3981) из России – 14,3 кг/м².

Заключение

В результате многолетнего скрининга 2873 образцов огурца из коллекции ВИР выявлены 57 устойчивых и относительно устойчивых к пероноспорозу образцов, что составляет 2% от числа изученных. Иммуные образцы не найдены.

Из числа устойчивых и относительно устойчивых образцов 76% поступили в коллекцию ВИР из стран Юго-Восточной Азии.

Среди выделенных по устойчивости можно особо отметить образцы с наиболее высокой продуктивностью: местные образцы из Азербайджана вр. к.-3999 и вр. к-4004, а также образцы из Китая 'Zungungerum-oi' (вр. к-3701), 'Tianin mini cucumber' (к-4490), 'Тянь узинь яо № 5' (вр. к-3840), 'Тянь-узинь ян № 6' (вр. к-3841).

За время изучения 23 образца, ранее показавшие устойчивость к болезни, стали сильно поражаться пероноспорозом. Исходя из этого, можно сделать вывод о необходимости периодических повторных проверок устойчивости образцов к болезни.

В группу толерантных были выделены 20 образцов. Наибольшей средней урожайностью обладают образцы 'Yeoleam sam chuk oi' (к-4545), 'Crispy Top F₁' (вр. к-3549) и 'Пчелка F₁' (вр. к-3981).

Мы надеемся, что полученные данные помогут селекционерам в создании высокоурожайных, устойчивых к пероноспорозу сортов и гибридов огурца, адаптированных к зоне Нижнего Поволжья.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2019-0003 «Генетические ресурсы овощных и бахчевых культур мировой коллекции ВИР: эффективные пути расширения разнообразия, раскрытия закономерностей наследственной изменчивости, использования адаптивного потенциала».

References/Литература

- Burenin V.I., Artemyeva A.M., Khrapalova I.A., Piskunova T.M., Kozhanova T.N., Khmeinskaya T.V. Genotypic characteristics of vegetable and cucurbit crop collections (Genotipicheskiye kharakteristiki kollektsey ovoshchnykh i bakhchevykh kultur). *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 2009;166:20-26. [in Russian] (Буренин В.И., Артемьева А.М., Храпалова И.А., Пискунова Т.М., Кожанова Т.Н., Хмелинская Т.В. Генотипические характеристики коллекций овощных и бахчевых культур. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2009;166:20-26).
- Grinko N.N. Downy mildew of cucumber (Lozhnaya muchnista-ya rosa ogurtsa). Sochi, 2003. [in Russian] (Гринько Н.Н. Ложная мучнистая роса огурца. Сочи; 2003).
- Grinko N.N., Zherdetskaya T.N. Downy mildew of cucumber (Peronosporoz ogurtsa). Minsk, 1991. [in Russian] (Гринько Н.Н., Жердецкая Т.Н. Пероноспороз огурца. Минск; 1991).
- Grushin A.A., Sukhanberdina E.H. Some aspects of the manifestation of downy mildew of cucumber in the conditions of the Lower Volga region (Nekotorye aspekty proyavleniya peronosporoza ogurtsa v usloviyakh Nizhnego Povolzhya). *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 2003;160:29-35. [in Russian] (Грушин А.А., Суханбердина Э.Х. Некоторые аспекты проявления пероноспороза огурца в условиях Нижнего Поволжья. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2003;160:29-35).
- Krivchenko V.I., Medvedeva N.I., Medvedev A.V. Resistance of cucumber collection samples to diseases (Ustoychivost obratstov kollektsey ogurtsa k boleznyam). *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1986;102:65-72. [in Russian] (Кривченко В.И., Медведева Н.И., Медведев А.В.

- Устойчивость образцов коллекции огурца к болезням. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1986;102:65-72).
- Krivchenko V.I., Vlasova E.A., Timoshenko Z.V. Guidelines for the accelerated assessment of the resistance of vegetable crops to diseases and racial differentiation of their pathogens (Metodicheskoye ukazaniye po uskorennoy otsenke ustoychivosti ovoshnykh kultur k boleznyam i rasovoy differentsiatsii ikh vzbuditeley). Leningrad: VIR; 1975. [in Russian] (Кривченко В.И., Власова Э.А., Тимошенко З.В. Методическое указание по ускоренной оценке устойчивости овощных культур к болезням и расовой дифференциации их возбудителей. Л.: ВИР; 1975).
- Lebeda A., Cohen Y. Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) – biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. *Eur. J. Plant Pathol.* 2011;129:157-192.
- Lebeda A., Doležal K. Peroxidase isozyme polymorphism as a potential marker for detection of field resistance in *Cucumis sativus* to cucumber downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis* [Berk. et Curt.] Rostov.). *Journal of Plant Diseases and Protection*. 1995;102(5):467-471.
- Loktina G.N. Downy mildew of cucumbers (Lozhnaya muchnistaya rosa ogurtsov). *Trudy Sakhalinskoy oblastnoy stantsii zashchity rasteniy = Proceedings of Sakhalin Regional Plant Protection Station*. Yuzhno-Sakhalinsk; 1970;1:21-23. [in Russian] (Локтина Г.Н. Ложная мучнистая роса огурцов. *Труды Сахалинской областной станции защиты растений*. Южно-Сахалинск, 1970;1:21-23)
- Medvedev A.V. Downy mildew (Lozhnaya muchnistaya rosa). *Novy zemledelets = New Farmer*. 2014;1(82):24-25. [in Russian] (Медведев А.В. Ложная мучнистая роса. *Новый земледелец*. 2014;1(82):24-25).
- Medvedeva N.I., Medvedev A.V. Agrobiological evaluation of cucumber samples promising for breeding for resistance to downy mildew (Agrobiologicheskaya otsenka obraztsov ogurtsa, perspektivnykh dlya selektsii na ustoychivost k lozhnoy muchnistoy rose). *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1983;77:25-28. [in Russian] (Медведева Н.И., Медведев А.В. Агробиологическая оценка образцов огурца, перспективных для селекции на устойчивость к ложной мучнистой росе. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1983;77:25-28).
- Medvedev A.V., Medvedeva N.I. Sources of cucumber resistance to downy mildew and their use in breeding (Istochniki ustoychivosti ogurtsa k lozhnoy muchnistoy rose i ispolzovaniye ikh v selektsii) *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1985;97:36-39. [in Russian] (Медведев А.В., Медведева Н.И. Источники устойчивости огурца к ложной мучнистой росе и использование их в селекции. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1985; 97:36-39).
- Neklyudova E.T., Korneev V.D. Disease resistance of the cucumber collection (Ustoychivost kollektzii ogurtsov k boleznyam). *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1980;66(2):80-83. [in Russian] (Неклюдова Е.Т., Корнеев В.Д. Устойчивость коллекции огурцов к бо-
- лезням. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1980;66(2):80-83).
- Pakhratdinova Zh.U., Rsaliev A.S., Amirhanova N.T. Study of the genetic bases of the resistance of cucumber varieties to downy mildew on the basis of molecular genetic markers (Izucheniye geneticheskikh osnov ustoychivosti sortov ogurtsa k peronosporozu na osnove molekulyarno-geneticheskikh markerov). *International Research Journal*. 2017;11(65):85-89. [in Russian] (Пахратдинова Ж.У., Рсалиев А.С., Амирханова Н.Т. Изучение генетических основ устойчивости сортов огурца к пероноспорозу на основе молекулярно-генетических маркеров. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017;11(65):85-89). DOI: 10.23670/IRJ.2017.65.107
- Pyzhenkov V.I. Areas of the formation of disease resistance in cucumber plants and geographical patterns in its distribution (Rayony formirovaniya bolezneustoychivosti rasteniy ogurtsa i geograficheskiye zakonomernosti v yeyo raspredelenii). *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1977;61(1):19-31. [in Russian] (Пыженков В.И. Районы формирования болезнеустойчивости растений огурца и географические закономерности в её распределении. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1977;61(1):19-31).
- Pyzhenkov V.I. Natural formation of complex resistance to infectious diseases in cucumber plants (Yestestvennoye formirovaniye kompleksnoy ustoychivosti rasteniy ogurtsa k infektsionnym zabolevaniyam). *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1979;64(1):100-103. [in Russian] (Пыженков В.И. Естественное формирование комплексной устойчивости растений огурца к инфекционным заболеваниям. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1979;64(1):100-103).
- Pyzhenkov V.I., Yuldasheva L.M. Guidelines for the study and maintenance of the collection of cucumbers (Metodicheskkiye ukazaniya po izucheniyu i podderzhaniyu kollektzii ogurtsov). Leningrad: VIR; 1977. [in Russian] (Пыженков В.И., Юлдашева Л.М. Методические указания по изучению и поддержанию коллекции огурцов. Л.: ВИР; 1977).
- Sukhanberdina E.H., Piskunova T.M. Catalogue of the VIR Global Collection. Issue 862. Cucumber. Source material for breeding for productivity and resistance to *Peronospora* (Iskhodnyy material dlya selektsii na urozhaynost i ustoychivost k peronosporozu). St. Petersburg; 2018. [in Russian] (Суханбердина Э.Х., Пискунова Т.М. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 862. Огурец. Исходный материал для селекции на урожайность и устойчивость к пероноспорозу. СПб.; 2018).
- Vavilov N.I. Immunity of plants to infectious diseases (Immunitet rasteniy k infektsionnym zabolevaniyam). In: *Selected works; Vol.IV. Problems of immunity of cultivated plants*. Moscow; Leningrad: Nauka; 1964. p.132-313. [in Russian] (Вавилов Н.И. Иммуниетет растений к инфекционным заболеваниям. В кн.: *Избранные труды; Т.IV. Проблемы иммунитета культурных растений*. М.-Л.: Наука; 1964. С.132-313).

Прозрачность финансовой деятельности/The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования/How to cite this article

Суханбердина Э.Х., Грушин А.А., Пискунова Т.М. Скрининг коллекции огурца по устойчивости к ложной мучнистой росе в зоне Нижнего Поволжья. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 2019;180(2):102-108. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-102-108

Sukhanberdina E.H., Grushin A.A., Piskunova T.M. Screening of the cucumber collection for resistance to downy mildew in the Lower Volga region. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding* 2019;180(2):102-108. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-102-108

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы/The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Дополнительная информация/Additional information

Полные данные этой статьи доступны/Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-102-108>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы/The journal's opinion is neutral to the presented materials, the author, and his or her employer

Все авторы одобрили рукопись/All authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует/No conflict of interest