



СКРИНИНГ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВИР ИМ. Н.И. ВАВИЛОВА С ЦЕЛЬЮ ОТБОРА ГЕНОТИПОВ ОГУРЦА, УСТОЙЧИВЫХ К *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow.

Гринько Н.Н. – доктор биологических наук, главный научный сотрудник

*ГНУ «Адлерская опытная станция»
Всероссийского НИИ растениеводства
им. Н.И.Вавилова
Россия, г. Сочи
E-mail: nina-grinko@yandex.ru*

Выделены генотипы огурца (*Cucumis sativus* L.) из мировой коллекции ВИР, представляющие практический интерес в качестве исходного материала для селекционных программ на иммунитет к *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow.

Ключевые слова: геноресурсы, огурец (*Cucumis sativus* L.), болезнь, грибок, *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow., источники устойчивости.

Введение

На экспериментальной базе Адлерской ОС проводится многолетнее репродуцирование образцов из мирового генофонда огурца, обеспечивающее закладку высококондиционных семян на хранение в генетический банк ВИР. Вместе с тем показатели продуктивности и качества семян существенно снижаются в результате массового поражения растений ложной мучнистой росой [3, 4]. Вызывает заболевание грибок *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow., отличающийся экологической адаптивностью и высокой агрессивностью [1, 6-8]. Полиморфизм межвидовых и внутрисортных типов совместимости *P. cubensis* с растениями семейства *Cucurbitaceae* способствовал накоплению в популяциях паразита вирулентных морфотипов, инициировавших планетарную эпифитотию лож-

ной мучнистой росы огурца [3, 9-12]. Согласно мониторингу 2001-2010 годов в региональной популяции гриба на Черноморском побережье Краснодарского края дифференцировано 15 физиологических рас [5]. В 2001-2006 годах в популяциях патогена элиминировали сложные расы, и увеличивалась частота встречаемости авирулентных и средневирulentных морфотипов, что обусловлено закономерным депрессивным развитием ложной мучнистой росы до 2003 года [2]. Повышение доли высоковирулентных рас *P. cubensis* в выборках 2006-2010 годов [5] согласуется с прогнозируемым, а впоследствии подтвержденным [6, 7, 11] усилением вредоносности заболевания после 2003 года [3].

Конкурентоспособность генетически простых и сложных рас патогена детерминирована их агрессивностью [1, 5]. Накоп-

ление агрессивных морфотипов, расширяющих спектр вирулентных свойств *P. cubensis*, активизировано снижением полиморфизма растения-хозяина по признаку восприимчивости к паразиту. Обусловлено это тем, что в настоящее время в зоне влажных субтропиков России практически отсутствуют тепличные комбинаты. Поэтому сортимент огурца выращиваемого в индивидуальных и фермерских хозяйствах, представлен зачастую толерантными к ложной мучнистой росе образцами зарубежной селекции. Следовательно, стабильно низкая частота встречаемости растений-хозяев с генами чувствительности к менее конкурентоспособным простым расам, закономерно снижает их долю в популяции паразита [1, 5, 12].

В этой связи, с учетом сопряженной эволюции растения-хозяина и патогена, источники устойчивости к *P. cubensis* целесообразно выделять из уникальной мировой геноресурсной коллекции огурца ВИР [4].

Материалы и методы исследований

В течение 2001-2010 годов репродуцировали 260 генотипов огурца, вегетирующих в условиях малообъемной гидропоники. Уровень восприимчивости образцов огурца к *P. cubensis* и продуктивность се-

мян (*ps*) учитывали общепринятыми методами. В соответствии со средним баллом поражения (*bs*) генотипы дифференцировали как высокоустойчивые ($b_s = 0,1-1$), средневосприимчивые ($b_s = 1,1-2$) и восприимчивые ($b_s = 2,1-3$). Полученные экспериментальные данные обрабатывали стандартными методами статистического анализа с использованием пакета программ Excel и Statistica 7.0.

Результаты и обсуждение

В тестируемой нами коллекции иммунных к патогену образцов не выделено. Отмечена вариабельность уровней совместности генотипов огурца с *P. cubensis* – от реакции сверхчувствительности до сильного поражения с обильным спороношением гриба. Практический интерес в качестве исходного материала для селекционных программ на иммунитет представляют 50 высокоустойчивых и средневосприимчивых к патогену образцов огурца (табл. 1).

В группах высокоустойчивых и средневосприимчивых образцов огурца выявлено значительное внутривидовое и внутрисортное варьирование ($Cv=41,1\%$) уровней чувствительности к *P. cubensis*, подтвержденное положительной корреляцией ($Cr = 0,76\pm 0,09$; $P < 0,001$) между пока-

зателями среднего балла поражения ($b_s = 1,12\pm 0,06$) и стандартного отклонения ($\sigma = 0,56$).

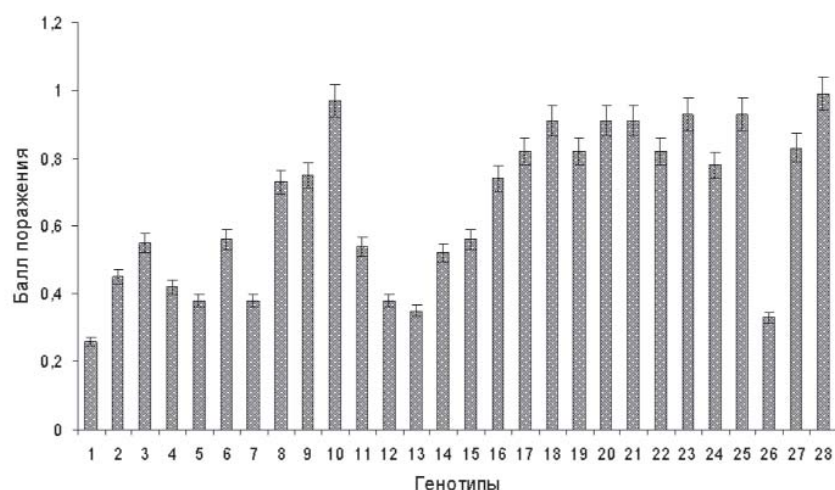
Существенной изменчивостью признака ($Cv=26,9\%$) отличались 28 высокоустойчивых генотипов ($b_s = 0,66\pm 0,03$). Минимальную чувствительность к паразиту ($b_{min-max} = 0,26-0,45\pm 0,03$) проявили образцы: Да-цы-гуа (к-2798), Нанкинский зеленый (к-2799) и *Zhong nong 2* (вр. к-3439) – из Китая; *Natuhuobinari* (вр. к-594) и *Kairyuu ao aonaga* (вр. к-2047) – из Японии; *Pepinex 69* (вр. к-2195, Нидерланды), *Long China* (к-60, США), Салатный №264 (к-2147, Россия) (рис. 1).

Средней восприимчивостью ($b_s = 1,69\pm 0,05$) к паразиту и типичной вариабельностью признака ($Cv=18,2\%$), выделялись 22 образца. В данной группе меньшую чувствительность ($b_{min-max} = 1,3-1,5\pm 0,05$) проявили генотипы: К. Хамваш (вр. к-1452, Венгрия), *Flecken Lose* (вр. к-1964, Германия), *New Colorado* (к-2128, США), Автор Ребанс (к-2055) и Кунгурские (к-2071) – из России.

Итак, отсутствие в тестируемой коллекции иммунных к *P. cubensis* генотипов соответствует данным об усилении формообразовательных процессов и появлении новых вирулентных рас в популяциях патогена [1, 5], преодолевающих устойчивость гено-

1. Распределение генотипов огурца по признакам восприимчивости к ложной мучнистой росе и продуктивности семян

Статистические показатели					
Балл поражения (b)			Продуктивность семян (ps), г/плод		
$b \pm S_b$	$b_{min-max}$	$Cv, \%$	$ps \pm S_{ps}$	$ps_{min-max}$	$Cv, \%$
Высокоустойчивые:					
0,66±0,03	0,26-0,99	26,9	8,62±0,23	6,2-10,3	14,3
1- Да-цы-гуа (к - 2798, Китай), 2- Нанкинский зеленый (к- 2799, Китай), 3- Сяо-цы-гуа (к-2800, Китай), 4- <i>Zhong nong 2</i> (вр. к- 3439, Китай), 5- <i>Pepinex 69</i> (вр. к- 2195, Нидерланды), 6- <i>Nimbustol</i> (к-4018, Нидерланды), 7- <i>Long China</i> (к- 60, США), 8- <i>Won-nong №5</i> (вр. к-3469, Тайвань), 9- <i>Shiroibo Fushinari</i> (вр. к- 2064, Япония), 10- <i>Tachibana</i> (к- 2620, Япония), 11- <i>Kyoto Three Feet</i> (к- 2829, Япония), 12- <i>Natuhuobinari</i> (вр. к- 594, Япония), 13- <i>Kairyuu ao aonaga</i> (вр. к- 2047, Япония), 14- <i>Waseda Shidome</i> (вр. к- 2073, Япония), 15- <i>Tsuda</i> (к- 3026, Япония), 16- Пе-дин-цы (к-2781, Китай), 17- Ранний (к- 2790, Китай), 18- Комнатный Рытова 139 (к-2012, Россия), 19- Рябчик (к-2016, Россия), 20- Сина-Сендисо (к-2041, Япония), 21- Лисио (к-2036, Япония), 22- <i>English spiars</i> (к-2052, Нидерланды), 23- Куленкампа (к-2080, Болгария), 24- Узбекский 740 (к-2082, Узбекистан), 25- <i>Early green prolific</i> (к-2131, США), 26- Салатный №264 (к-2147, Россия), 27- Авангард (к-2351, Россия), 28- Рябчик (к-2356, Киргизия),					
Средневосприимчивые:					
1,69±0,05	1,3-1,9	18,2	5,77±0,17	4,8-7,4	13,7
29- <i>Colorado</i> (к- 3494, Чили), 30- б/н (к-774, Швейцария); 31- К. Хамваш (вр. к- 1452, Венгрия), 32- <i>Erfurter Ausstellung</i> (к- 380, Германия), 33- <i>Lange chinesische grüne bleibende Schlangen</i> (к-1592, Германия), 34- <i>Flecken Lose</i> (вр. к- 1964, Германия), 35- <i>Noa's</i> (к-2109, Германия), 36- <i>Arboga</i> (к- 4019, Германия); 37- <i>Chipper</i> (к- 3008, США), 38- <i>MSU 8821</i> (к- 3040, США), 39- <i>PSJ (D.M.R.)</i> (к- 3114, США), 40- 664Н (вр. к- 3225, США); 41- Фусинари-онари (к-2040, Япония), 42- Автор Ребанс (к-2055, Россия), 43- Хальнские (к-2069, Россия), 44- Кунгурские (к-2071, Россия), 45- Борщаговские (к-2072, Россия), 46- <i>New Colorado</i> (к-2128, США), 47- Нежинский 12 (к-2220, Украина), 48- Кировобадский (к-2226, Азербайджан), 49- Дальневосточные № 290 (к-2283, Россия), 50- <i>Avotaan kurkku</i> (к-2455, Финляндия).					



Примечание: Здесь и на рисунках 2 – 4 описание генотипов представлено в таблице

Рис. 1. Балл поражения высокоустойчивых к *P. cubensis* генотипов огурца

фонда *Cucumis* на Черноморском побережье Краснодарского края [4], равно как и в других регионах возделывания огурца [6, 7, 11].

Включение исходного материала в селекционный процесс на иммунитет регламентировано наличием в генотипе сопряженности хозяйственно ценных признаков и, в частности, высокой устойчивости к возбудителю заболевания с семенной продуктивностью.

По показателю продуктивности семян (*ps*) тестируемые образцы огурца характеризовались существенной изменчивостью ($Cv=24,0\%$), подтвержденной высокой корреляционной связью ($Cr = 0,83\pm 0,08$; $P<0,001$) между средним показателем ($ps = 7,37\pm 0,25$) и стандартным отклонением ($\sigma=1,08$). При этом высокоустойчивые к ложной мучнистой росе генотипы огурца отличались средней вариабельностью признака семенной продуктивности ($Cv= 14,3\%$). Предельно максимально значение ($ps=10,2 - 10,6\pm 0,23$ г/плод) обнаружили генотипы: *Zhong nong 2* (вр. к- 3439, Китай), *Perinex 69* (вр. к- 2195, Нидерланды); *Natuhuobinari* (вр. к- 594) и *Kairyou ao aonaga* (вр. к- 2047) – из Японии (табл. 1, рис. 2).

Средневосприимчивые образцы характеризовались типичным ($Cv= 13,7\%$) варьированием признака семенной продуктивности, а наибольшее значение ($ps=7,4 - 6,5\pm 0,17$ г/плод) показали генотипы: б/н (к-774, Швейцария), *Erfurter Ausstellungs* (к- 380, Германия), *Chipper* (к- 3008, США), Фусинари-онари (к-2040, Япония).

Статистически подтверждены существенные ($P< 0,001$) различия анализируемых генотипов по признакам – чувствительность к патогену ($F_{\phi}=72,6 > F_{01} = 7,17$) и продуктивность семян ($F_{\phi}= 181,7 > F_{01} = 7,17$). Между показателями среднего балла поражения ложной мучнистой росой и семенной продуктивности генотипов огурца установлена значимая отрицательная корреляционная связь ($Cr = -0,85\pm 0,07$; $P<0,001$) (рис. 3).

Высокоустойчивые к ложной мучнистой росе генотипы огурца методом попарно-группового кластерного анализа показателей балла поражения и продуктивности семян объединены в 3 основных кластера (рис. 4.). Первый кластер соединил 13 генотипов с

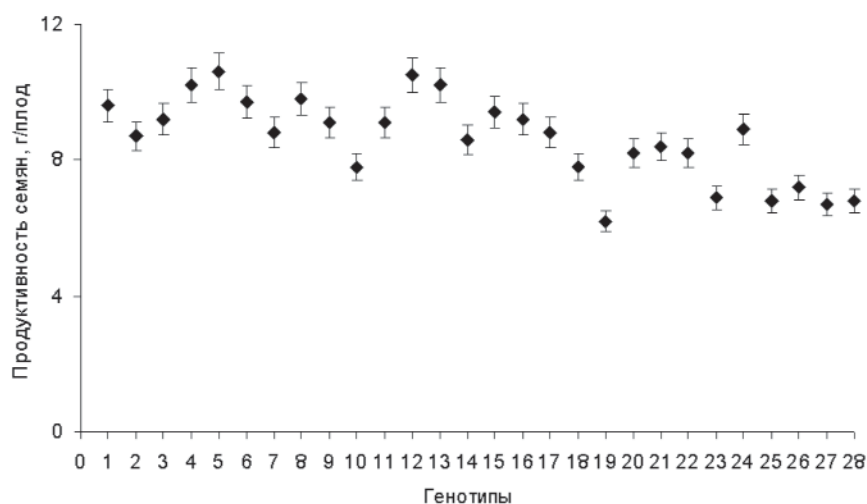


Рис. 2. Продуктивность семян высокоустойчивых к *P. cubensis* образцов огурца

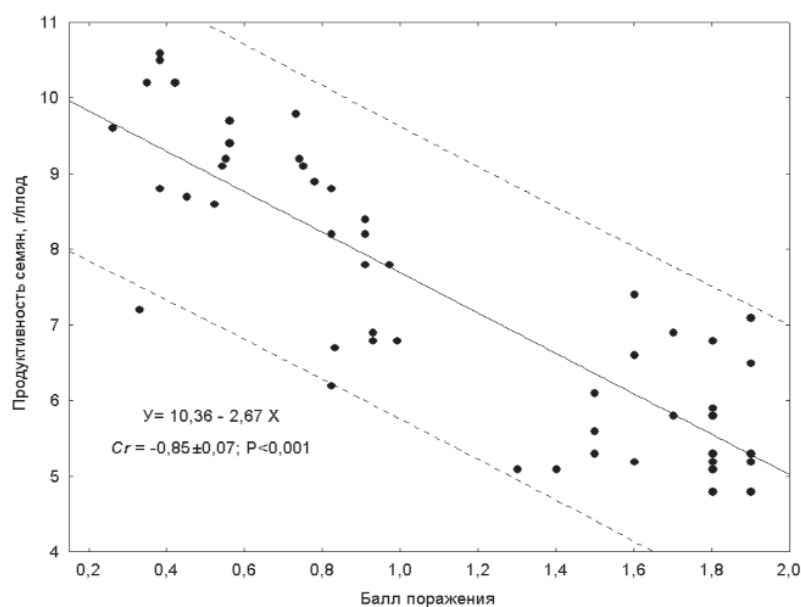


Рис. 3. Регрессионный анализ связи показателей продуктивности семян (Y) и чувствительности к *P. cubensis* (X) генотипов огурца

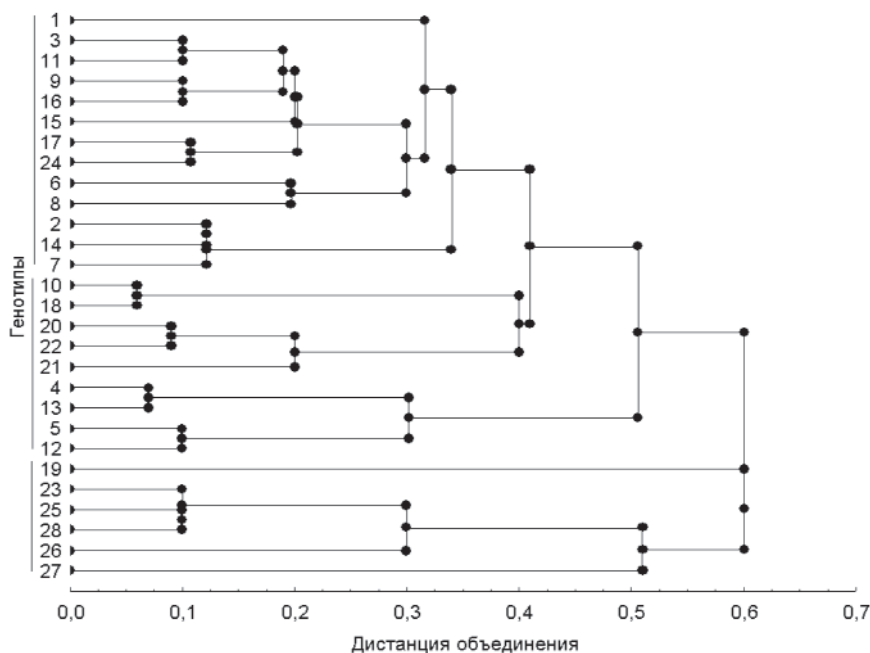


Рис. 4. Дендрограмма распределения высокоустойчивых к *P. cubensis* генотипов огурца по показателям балла поражения (*bs*) и продуктивности семян (*ps*)

предельно минимальным баллом поражения и высокой продуктивностью семян, а аналогичными оказались пары: Сяо-цы-гуа (к-2800, Китай) – *Kyoto Three Feet* (к-2829, Япония), *Shiroibo Fushinari* (вр. к-2064, Япония) – Пе-дин-цы (к-2781, Китай), Ранний (к-2790, Китай) – Узбекский 740 (к-2082, Узбекистан), Нанкинский зеленый (к-2799, Китай) – *Waseda Shidome* (вр. к-2073, Япония) – Long

China (к-60, США). Во втором кластере объединены 9 генотипов с максимальным баллом поражения и средним значением семенной продуктивности, а сходность проявили пары: *Tachibana* (к-2620, Япония) – Комнатный Рытова 139 (к-2012, Россия), Сина – Сендисо (к-2041, Япония) – *English spiars* (к-2052, Нидерланды), *Zhong pong 2* (вр. к-3439, Китай) – *Kairyuu ao aonaga* (вр. к-2047,

Япония), *Perinex 69* (вр. к-2195, Нидерланды) – *Natuhuobinari* (вр. к-594, Япония).

В третьем кластере сгруппированы 6 генотипов с высоким баллом поражения и предельно низкой семенной продуктивностью, а равнозначными оказались пары: Куленкампа (к-2080, Болгария) – *Early green prolifie* (к-2131, США) – Рябчик (к-2356, Киргизия). Отдаленное расположение на дендрограмме генотипов – Рябчик (к-2016, Россия) и Авангард (к-2351, Россия) объясняется наименьшими показателями продуктивности семян ($ps = 6,2 - 6,7 \pm 0,17$ г/плод) среди тестируемых образцов.

Заключение

Таким образом, из геноресурсной коллекции огурца ВИР выделены генотипы, представляющие практический интерес в качестве исходного материала для селекционных программ на иммунитет к ложной мучнистой росе: Да-цы-гуа (к-2798, Китай), Нанкинский зеленый (к-2799, Китай), Сяо-цы-гуа (к-2800, Китай), *Nimbustol* (к-4018, Нидерланды), Long China (к-60, США), *Won-nong №5* (вр. к-3469, Тайвань), *Shiroibo Fushinari* (вр. к-2064, Япония), *Waseda Shidome* (вр. к-2073, Япония), *Tsuda* (к-3026, Япония), *Kyoto Three Feet* (к-2829, Япония), Пе-дин-цы (к-2781, Китай), Ранний (к-2790, Китай), Узбекский 740 (к-2082, Узбекистан).

Литература

1. Власова Э. А. Проблема устойчивости огурца к ложной мучнистой росе/ Э. А. Власова //Защита раст. от вредителей и болезней в условиях экологизации с. – х. производ.: Сб. науч. тр. С.- Пб. ГАУ. – С.- Пб., 1992. – С. 32 – 41.
2. Гринько Н. Н. Латентная фаза онтогенеза возбудителя ложной мучнистой росы огурца //Вестник РАСХН. – 2000. – №5. – С.44 – 47.
3. Гринько Н.Н. Ложная мучнистая роса огурца. – Сочи: ГУП «СПП».- 2003. – 68 с.
4. Гринько Н.Н. // Источники устойчивости к ложной мучнистой росе в геноресурсах огурца коллекции ВИР им. Н.И.Вавилова/ Н.Н. Гринько// Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: Матер. 5-й науч. – практ. конф. Краснодар, 13-16 июня 2011 г. – Краснодар: КубГАУ, 2011.- С.84-87.
5. Гринько Н.Н. Мониторинг физиологических рас возбудителя ложной мучнистой росы огурца (*Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow.)/ Н.Н. Гринько // Материалы Межд. науч. конф. «Значение научного наследия академика ВАСХНИЛ и Россельхозакадемии М.С.Дунина в современных работах ученых». – М. -2011. – Т.4, Ч.1. – С 114-125.
6. Коротцева И.Б. Подбор сортов огурца, устойчивых к

- пероноспорозу/ И.Б.Коротцева, Н.Н.Корганова, Л. А. Кочеткова// Картофель и овощи. – 2005. – С. 10-11.
7. Налобова В. Л. Ложная мучнистая роса огурца (*Peronospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostowsz.) и интенсивность ее проявления в Республике Беларусь/ В. Л. Налобова // Весці Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. – Минск, 2005. – №2. – С. 61- 63.
8. Новотельнова Н. С. Флора споровых растений СССР. Грибы (3)./ Н. С. Новотельнова, К. А. Пыстина/ – Л.: Наука. -1985. -Т. XI. – 363с.
9. Тараканов Г. И. О методике селекции огурца на устойчивость к ложной мучнистой росе / Г. И. Тараканов, А. В. Борисов, С. О. Герасимов//Селекция и семеновод. и сортовая технол. пр – ва овощей: Сб. науч. тр. ТСХА. – М. – 1988. – С.13-17.
10. Lebeda A. A set of Cucurbitaceae taxa for differentiation of *Pseudoperonospora cubensis* pathotypes/A. Lebeda, M.P. Widrlechner // Z. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz. – 2003. – Vol. 100, № 4. С. 337-349.
11. Savory E.A. The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*/ E.A. Savory [et al.] // Molecular Plant Pathol. – 2010. – № 10. – P. 3703.
12. Thomas C. E. Host effect on selection of virulence factors affecting sporulation by *Pseudoperonospora cubensis* / С. E. Thomas, E. L. Jourdain //Plant Disease. – 1992. – Vol. 76, № 9. – С. 905 – 907.