Гринько Н.Н.

Коллекция генетических ресурсов растений *Cucumis sativus* ВИР – источник устойчивости к фузариозному увяданию

*Адлерская опытная станция – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИГРР им. Н.И.Вавилова (ВИР)
(Россия, Сочи)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2018-59

idsp: 000001:sr-10-04-2018-59

Аннотация

Выделены генотипы огурцов (*Cucumis sativus* L.) из мировой коллекции ВИР, представляющие практическую ценность в качестве исходного материала для селекционных программ на иммунитет к фузариозному увяданию.

Ключевые слова: генотипы, огурец (*Cucumis sativus* L.), болезнь, грибы, фузариозное увядание, источники устойчивости.

Abstract

Genotypes of cucumbers (*Cucumis sativus* L.) from the world collection of VIR are distinguished, which are of practical value as a starting material for breeding programs for immunity to Fusarium wilt.

Key words: genotypes, cucumber (*Cucumis sativus* L.), disease, fungi, Fusarium wilt, sources of stability.

Коллекция генетических ресурсов растений огурцов (*Cucumis sativus* L.) ВИР, включающая уникальные источники селекционно ценных и хозяйственно полезных признаков – национальное достояние России [5, 6]. На экспериментальной базе Адлерской опытной станции – филиал ВИР проводятся многолетние исследования по совершенствованию регламентов репродукции образцов для закладки семян на хранение в Генетический банк, равно и выделение исходного материала для создания высокоадаптивных к биотическим стрессорам сортов и гибридов [1, 4, 8, 9].

К биотическим факторам, существенно снижающим жизнеспособность и семенную продуктивность размножаемых образцов, относится фузариоз. В патогенезе участвуют грибы рода *Fusarium* Link, доминирующее положение среди которых занимает *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* J.H. Owen (1965) [2, 7]. Морфологические структуры – мицелий, микро – и макроконидии, хламидоспоры и хламидоспороподобные клетки, обеспечивают широкий диапазон приспособительных реакций и циркуляцию паразита в агроценозе огурцов. Характер патогенеза определяется степенью контаминации семян и торфосубстратов хламидоспорами гриба, абиотическими факторами внешней среды (высокая температура и недостаток влаги), генотипической устойчивостью растений. Фузариоз фиксируется на рассаде, а затем, развиваясь в латентной форме, массово проявляется на плодоносящих растениях. Симптомы фузариоза – потеря тургора и угнетенный рост растений; увядание, скручивание и усыхание листьев с признаками краевого хлороза и некроза; кольцо побуревших сосудов на поперечном срезе стебля; мацерация и отмирание стержневого корня и боковых корешков. Выделяемые в процессе жизнедеятельности метаболиты паразита оказывают токсическое влияние на ткани растений, а мицелий вызывает механическую закупорку сосудов. Вследствие дефицита воды и элементов питания пораженные растения погибают [10]. На эпидерме семенников развиваются некрозы и глубокие язвы, активизирующие гниль

перикарпия и деструкцию семенной камеры плода. Семена не созревают либо образуются мелкие и некондиционные. Пленчато-паутинистый мицелий со спороношением гриба (беловато – серого, розово – карминного, лилово – кремового тонов) формируется на всех пораженных органах растений [7].

Благодаря многолетнему скринингу нами выделено свыше 170 генотипов огурцов, обладающих предельно высокой устойчивостью к фузариозу, сопряженной с другими ценными фенотипическими признаками [3, 6]. Вместе с тем, исходя из темпов микроэволюции и полиморфизма паразита по признакам вирулентности, агрессивности и фитотоксической активности, возникает необходимость постоянного мониторинга уровней восприимчивости новых репродуцируемых образцов к фузариозному увяданию [1, 8, 9].

Цель исследований – иммунологическая дифференциация генетических ресурсов растений *Cucumis sativus* ВИР по степени устойчивости к фузариозу и отбор исходного материала для селекции на иммунитет. Работа выполнена в рамках государственного задания ВИР (№ АААА-А17-117030910078-3).

Материалы и методы

В 2014 – 2017 гг. на экспериментальной базе Адлерской ОС – филиал ВИР в условиях малообъемной гидропоники методом искусственного ручного опыления с изоляцией мужских и женских цветков репродуцировали 188 образцов из коллекции генетических ресурсов растений огурцов (*Cucumis sativus*) ВИР (УНУ, регистрационный USU_505851) [1, 6, 8, 9]. Скрининг 155 генотипов (исключены размножаемые ранее идентичные сорта) на устойчивость к фузариозному увяданию и продуктивность семян (ps) проводили стандартными методами. Результаты оценки ранжировали в баллах (bs) по модифицированным нами шкалам: устойчивость – высокая: 0,1–1; средняя: 1,1–2; низкая: 2,1–3; продуктивность семян (г/плод = ps) – низкая: 1–5 = 0,1–1; средняя: 5,1–10 = 1,1–2; высокая: 10,1 – 13 = 2,1–3 [3, 4]. Для статистического анализа экспериментальных данных использовали пакеты программ Excel и STATISTICA 8.0.

Результаты и обсуждение

В геноресурсной коллекции *Cucumis sativus* иммунных к фузариозу образцов не выявлено. Установлен высокий уровень внутривидовой, равно и внутрисортовой изменчивости генотипов, по признаку устойчивость к паразиту ($b_{\min} - \max = 0,28 - 2,9 \pm 0,06$; $C_v = 45,3\%$), обоснованный сильной корреляционной связью ($C_r = 0,86 \pm 0,04$; $P < 0,001$) между средним показателем ($bs = 1,64 \pm 0,06$) и стандартным отклонением ($\sigma = 0,77$) (Рис.1). Высокой устойчивостью к фузариозу ($b_{\min} - \max = 0,28 - 0,92 \pm 0,02$) со значимым уровнем изменчивости ($C_v = 22,5\%$), подтвержденным существенной корреляционной зависимостью ($C_r = 0,84 \pm 0,08$; $P < 0,001$) между средним баллом ($bs = 0,71 \pm 0,02$) и стандартным отклонением ($\sigma = 0,17$), характеризовались 52 образца (Табл.1). Средневосприимчивыми ($b_{\min} - \max = 1,2 - 1,9 \pm 0,04$) с типичным уровнем разнообразия ($C_v = 16,4\%$), доказанным высокой корреляционной связью ($C_r = 0,88 \pm 0,08$; $P < 0,001$) между средним показателем ($bs = 1,58 \pm 0,04$) и стандартным отклонением ($\sigma = 0,26$), оказались 40 образцов. Максимальной восприимчивостью ($b_{\min} - \max = 2,1 - 2,9 \pm 0,02$) с низкой степенью изменчивости ($C_v = 8,1\%$), подтвержденной высокой корреляционной зависимостью ($C_r = 0,83 \pm 0,07$; $P < 0,001$) между средним баллом ($bs = 2,44 \pm 0,02$) и стандартным отклонением ($\sigma = 0,20$), отличались 63 генотипа.

Установлен значительный уровень изменчивости образцов по продуктивности семян ($ps_{min-max}=0,48-3,0$; $Cv=48,2\%$), подтвержденный высокой корреляционной зависимостью ($Cr = 0,83 \pm 0,04$; $P < 0,001$) между средним баллом ($ps=1,74 \pm 0,06$) и стандартным отклонением ($\sigma=0,88$) (Рис.1). Минимальным показателем ($ps=0,86 \pm 0,01$; $ps_{min-max}=0,48-1,0$; $\sigma=0,11$) при среднем уровне варьирования ($Cv=12,7\%$), отличались максимально восприимчивые к фузариозному увяданию образцы. Средним значением признака ($ps = 1,78 \pm 0,03$; $ps_{min-max}=1,36-1,98$; $\sigma=0,16$) и низкой вариабельностью ($Cv=9,2\%$) выделялись среднеустойчивые генотипы. Максимальной продуктивностью ($ps = 2,78 \pm 0,02$; $ps_{min-max}=2,36-3,0$; $\sigma=0,17$) при низком уровне изменчивости ($Cv=6,1\%$), характеризовались высокоустойчивые образцы (Табл. 1).

*Статистический анализ высокоустойчивых к фузариозному увяданию генотипов
Cucumis sativus*

Балл поражения (<i>b</i>)				Балл продуктивности семян (<i>ps</i>)			
<i>b</i> ± <i>s_b</i>	<i>b_{min-max}</i>	σ	<i>Cv</i> , %	<i>ps</i> ± <i>s_{ps}</i>	<i>ps_{min-max}</i>	σ	<i>Cv</i> , %
0,71±0,02	0,28–0,92	0,17	22,5	2,78±0,03	2,36–3,0	0,17	6,1
<p>1–<i>LongChina</i> (к–60, США), 2–<i>Aonaga</i> (к–1188, Япония), 3–<i>Kyotosakizira</i> (к–1191, Япония), 4– №367 (к–2325, Россия), 5–<i>TreibgurkeArnstadterReisen</i> (к–2933, Германия), 6–<i>MSU 8821</i> (к–3040, США), 7– Местный № 448 (к–3096, Россия), 8–<i>Peking</i>(к–3194, Япония), 9–<i>NagaokaHomogreen</i> (к–3201, Япония), 10–<i>Taisen №4</i> (к–3207, Япония), 11–<i>KageAobito</i> (к–3231, Япония), 12– б/н (к–4069, Сирия), 13– б/н (к–4070, Сирия), 14–<i>Lhongnong №2</i> (к–4072, Китай), 15–<i>Lhongnong №3</i> (к – 4073, Китай), 16– Сутхон (к – 4074, Корея), 17–<i>Type 92</i> (к–4086, Нидерланды), 18–<i>TemaSV 314</i> (к–4224, Швеция), 19–<i>Girola</i> (к–4540, Нидерланды), 20– <i>Changchummici</i> (к–4542, Нидерланды), 21– Куруме очиаи (к–4546, Япония), 22– Кога-аонага (к–4549, Япония), 23– Нацукадзе (к–4550, Япония), 24– Сунадзу (к–4551, Япония), 25– <i>Pepino</i> (к–4558, Колумбия), 26–<i>Peppi</i> (к–4562, США), 27–<i>Pepino</i> (к–4565, США), 28–<i>Triumph</i>(к–4582, Германия), 29–<i>Liberty</i>(к–4648, Англия), 30– <i>TreibgurkeFleckenlose</i>(к–4649, Германия), 31– <i>Fleckenlose</i>(к–4651, Германия), 32– <i>Vestervang</i>(к–4653, Германия), 33– <i>Landora</i>(к–4656, Швеция), 34– <i>Toska 70(Nunhem)</i> (к–4659, Италия), 35–<i>Seoulmadi</i> (к–4675, Корея), 36– <i>Kobus- mix</i> (к–4741, Нидерланды), 37– <i>Pica</i> (к–4742, Нидерланды), 38– <i>Pepinex 69</i> (к–4743, Нидерланды), 39– <i>Elena</i> (к–4751, Нидерланды), 40– <i>LongMarketer</i> (вр. к–76, Канада), 41– <i>Toftegaard</i> (вр. к –189, Дания), 42– Кировобадский (вр. к–478, Азербайджан), 43– <i>Edsbygard</i> (вр. к–523, Германия), 44– <i>V.D.B.Spotfrei</i> (вр.к–829, Нидерланды), 45– б/н (вр. к –922, Грузия), 46– б/н (вр. к–923, Грузия), 47– <i>Fabulus</i> (вр. к –987, Нидерланды), 48– <i>Pandex</i> (вр.к–1749, Нидерланды), 49– <i>Zhongnong №5</i> (вр.к–3441, Китай), 50– <i>HWSEmiuhite</i>(вр.к–3452, Корея), 51– <i>CarnimusRS</i> (вр.к–3491, Нидерланды), 52– Местный (вр.к–3492, Россия).</p>							

Статистический анализ подтвердил существенные различия генотипов по признакам: «пораженность фузариозом» – «продуктивность семян» ($P < 0,001$; $F_{\text{ф}} = 469,62 - 578,66 > F_{01} = 6,90$). Установлена сопряженность между данными семенной продуктивности и пораженности образцов фузариозом ($C_r = -0,96 \pm 0,02$; $P < 0,001$), которая описывается уравнением регрессии: $Y = 3,46 - 1,04X$; где Y – балл продуктивности семян (ps), X – балл поражения (bs) (Рис. 2).

Рисунок 2. Регрессионный анализ связи средних баллов продуктивности семян (Y) и пораженности (X) фузариозом генотипов *Cucumis sativus*

Предельно высоким уровнем устойчивости к фузариозу ($bs = 0,49 \pm 0,03$; $b_{\text{min-max}} = 0,28 - 0,65$), сопряженным с максимальной продуктивностью семян ($ps = 2,91 \pm 0,01$; $ps_{\text{min-max}} = 2,79 - 3,0$) отличались 16 генотипов. Методом попарно-группового анализа образцы дифференцировали по 2 кластерам. Высоким сходством характеризовались генотипы в первом кластере – Kyotosakizira (к-1191, Япония) – Zhong nong №5 (вр.к-3441, Китай) – б/н (к-4070, Сирия) – Toftegaard (вр. к-189, Дания); MSU 8821 (к-3040, США) – Куруме очиаи (к-4546, Япония); Сунадзу (к-4551, Япония) – Landora (к-4656, Швеция), а во втором – №367 (к-2325, Россия) – Long Marketer (вр. к-76, Канада) (Рис.3).

Рисунок 3. Дендрограмма сходства генотипов *Cucumis sativus*, отличающихся предельно высокой устойчивостью к фузариозу и продуктивностью семян

Таким образом, обоснован полиморфизм коллекции генетических ресурсов растений *Cucumis sativus* ВИР по уровню устойчивости к фузариозу. Практическую

ценность в качестве исходного материала для селекции на иммунитет представляют 16 генотипов – Long China (к–60, США), Kyotosakizira (к–1191, Япония), №367 (к–2325, Россия), MSU 8821 (к–3040, США), Местный № 448 (к–3096, Россия), Taisen №4 (к–3207, Япония), б/н (к–4070, Сирия), Lhong nong №3 (к – 4073, Китай), Куруме очиаи (к–4546, Япония), Сунадзу (к–4551, Япония), Pepino (к–4565, США), Seoul madi (к–4675, Корея), Long Marketer (вр. к–76, Канада), Toftegaard (вр. к –189, Дания), Zhong nong №5 (вр.к–3441, Китай), Местный (вр.к–3492, Россия), обладающих предельно высокой устойчивостью к фузариозу, сопряженной с максимальной семенной продуктивностью.

1. Генетические ресурсы *Cucumis sativus* ВИР: репродукция 2017г. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#.
2. Гринько Н.Н. Видовой состав возбудителей корневой гнили огурца в защищенном грунте// Вестник РАСХН. – 2002. – №5. – С. 54 – 57.
3. Гринько Н.Н. Трахеомикоз как фактор снижения семенной продуктивности образцов огурца из генофонда ВИР// Корневые гнили сельскохозяйственных культур: биология, вредоносность, системы защиты: Матер. межд. науч.- практ. конф. Краснодар, 14 – 17 апреля 2014 г. /отв. ред. М.И.Зазимко.– Краснодар: КубГАУ, 2014. – С. 18 – 21.
4. Гринько Н.Н. Экологически безопасные регламенты репродуцирования образцов огурца из мировой коллекции ВИР на малообъемной гидропонике// Вестник РАСХН. – 2013. – №2. – С. 24 – 27.
5. Идентифицированный генофонд овощных растений// Коллектив авторов. Под ред. В.И.Буренина. СПб.: ВИР, 2007. – Ч.4. – 70с.
6. Национальное достояние РФ – генофонд *Cucumis sativus* L. ВИР. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#.
7. Патосистема: грибы *Fusarium* Link. – *Cucumis sativus* L. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#.
8. Репродукция генетических ресурсов ВИР: огурцы, 2015г. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#.
9. Репродукция генофонда ВИР: *Cucumis sativus*, 2016г. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#.
10. Sun Yuming, Min Wang, Yingrui Li, Shiwei Guo. Wilted cucumber plants infected by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* do not suffer from water shortage//Annals of Botany. – 2017, Vol. 120 (3). – P. 427–436.