

«>>»

УДК:633.63:632:631.8

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ К БОЛЕЗНЯМ ХРАНЕНИЯ

С.А. Ветрова*, Е.Г. Козарь, И.А. Енгальчева, К.С. Мухина

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», пос. ВНИИССОК, Одинцовский район, Московская область, Россия

*Эл. почта: lana-k2201@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 24.0.2022; принята к печати 07.12.2022

Ввиду ухудшения фитопатологической обстановки актуальным в селекции свеклы столовой стало повышение устойчивости сортов и гибридов к возбудителям болезней. В Московской области потери урожая свеклы во время длительного хранения могут достигать 25-60%, в связи с чем большое значение имеет использование существующих и выведение новых устойчивых к болезням хранения сортов и гибридов F₁. Цель публикуемых исследований - оценка линейного материала свеклы столовой и выделение источников со стабильной устойчивостью к кагатным гнилям, в сочетании с требуемым комплексом хозяйственно ценных признаков. В нашу работу были включены 244 стерильных линии ms-A и 187 фертильных линий mf-B (закрепители стерильности), которые были получены в лаборатории селекции и семеноводства столовых корнеплодов. Корнеплоды выращивали в пленочной теплице опытно-производственной базы ФГБНУ ФНЦО (Одинцовский район, Московская область) в 2017-2021 годах и хранили в контейнерах при температуре 1...2°C и влажности 90-92% семь месяцев. Фитосанитарный мониторинг распространенности болезней при хранении корнеплодов свеклы столовой, идентификацию выделенных возбудителей проводили на базе лаборатории иммунитета и защиты растений согласно общепринятым методикам. Показано, что основу патогенного комплекса микозных болезней в нашем материале составляют представители родов *Fusarium*, *Phoma* и *Alternaria*, реже стали встречаться грибы из родов *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Penicillium*. В большинстве случаев на пораженных корнеплодах одновременно присутствуют несколько видов возбудителей. Выявлены особенности распределения образцов по устойчивости к болезням хранения в группах фертильных линий mf-B и полученных с их участием стерильных линий ms-A на разных этапах селекционного процесса. Отобраны 30 перспективных линий и шесть изогенных пар на основании стабильной по годам устойчивости к болезням хранения и других хозяйственно ценных признаков, которые включены в селекцию новых трехлинейных гибридов свеклы столовой.

Ключевые слова: свекла столовая, линейный материал, устойчивость, корнеплод, хранение, кагатные гнили, отбор.

ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF THE BREEDING MATERIAL OF TABLE BEET TO STORAGE DISEASES

S.A. Vetrova*, E.G. Kozar, I.A. Engalycheva, K.S. Muhina

Federal Scientific Vegetable Breeding Center (VNISSOK), Odintsovo District, Moscow Region, Russia

*E-mail: lana-k2201@rambler.ru

Because of the deterioration of the phytopathological situation, it is expedient to increase the resistance of varieties and hybrids to plant disease agents. In the Moscow Region, beet crop losses during long-term storage can reach 25-60% or more. Therefore, the use of existing and the development of new storage-disease resistant varieties and hybrids becomes increasingly important. The aim of the present study was to evaluate table beet lines and to identify sources of stable resistance to clump rot and associated valuable traits. The work included 244 sterile ms-A lines and 187 fertile mf-B lines (sterility fixers) of table beet developed at the Laboratory of Breeding and Seed Production of Table Root Crops. The beet plants were grown in a film greenhouse at the Experimental Production Unit of the Federal Scientific Vegetable Breeding Center (Odintsovo District, Moscow Region) in 2017-2021 and stored in containers at 1...2 °C temperature and 90-92% humidity for seven months. Phytosanitary monitoring of the prevalence of diseases during storage and identification of isolated pathogens were carried out using the facilities of Laboratory of Plant Immunity and Protection according to generally accepted methods. It was shown that, under the current conditions in Moscow Region, the basis of the pathogenic complex of mycotic diseases of table beet root crops is formed by pathogens from the genera *Fusarium*, *Phoma* and *Alternaria*, fungi from the genera *Botrytis*, *Sclerotinia*, and *Penicillium* becoming less common. In most cases, several types of pathogens are simultaneously present on affected beet roots. The characteristics of the distribution of samples by their resistance to storage conditions at different stages of breeding process were determined in the groups of fertile mf-B lines and of the sterile ms-A lines that were obtained using the former ones. The lines were identified that were promising from the point of view of stable long-term resistance to storage diseases and of other economically valuable and thus should be used in breeding for creating new three-line hybrids of table beet.

Keywords: beetroot, resistance, linear material, root crop, storage, clump rot, selection.

Введение

В современной селекции свеклы столовой актуальным является повышение устойчивости сортов и гибридов к возбудителям наиболее вредоносных болезней, что обусловлено значительными потерями урожая в поле и при хранении [1, 2, 3]. В последние годы наблюдается ухудшение фитопатологической обстановки, что связано с нарастанием агрессивности местных рас патогенов, а также интродукцией новых рас, источниками которых являются импортный семенной материал и ввозимая товарная продукция [4]. В условиях Московской области наибольшие потери урожая свеклы столовой - до 25-60% - отмечаются во время длительного хранения. В этот период патоконкомплекс пораженных корнеплодов представлен широким спектром возбудителей, состав и соотношение которых меняется в зависимости от года, сорта и места выращивания [5]. Использование химических препаратов при борьбе с болезнями зачастую неэффективно или неприемлемо. Поэтому в интегрированной системе защиты большое значение имеет как использование существующих, так и выведение новых устойчивых к болезням хранения сортов и гибридов. Это позволяет снизить пестицидные нагрузки и избежать больших потерь урожая [6, 7]. Важным этапом при создании таких сортов и гибридов является ежегодная оценка разнообразного селекционного материала и поиск источников со стабильной устойчивостью к кагатным гнилям в сочетании с требуемым комплексом хозяйственно ценных признаков.

Большинство возбудителей кагатных гнилей относятся к неспециализированному патогену, устойчивость к которым во многом определяется неспецифическими защитными реакциями растений при инфицировании. Этот тип устойчивости имеет сложный генетический контроль, обусловленный взаимодействием ряда независимо наследуемых генов в сочетании со многими второстепенными. При этом многие возбудители гнилей продуцируют токсины, механизм генетического контроля устойчивости к которым отличается от устойчивости к самому патогену. Считается, что эти два механизма наследуются различно и независимо, в первом случае - ядерными генами, во втором - цитоплазматическими, что осложняет селекцию на групповую устойчивость [8].

При создании устойчивых к болезням межлинейных гибридов F₁ на основе ЦМС большую роль играет подбор родительских компонентов, что определяет не только продуктивность, но и устойчивость к биотическим факторам [9, 10]. Поэтому иммунологическая оценка на устойчивость к болезням у создаваемых стерильных ms-линий (А) и фертильных mf-линий закрепителей стерильности (В) является важным этапом селекционного процесса.

Материал, условия и методы исследований

Материалом исследований являлись корнеплоды селекционных линий свеклы столовой, выращенные в пленочной теплице опытно-производственной базы ФГБНУ ФНЦО (Одинцовский район, Московская область) в 2017-2021 годах. Корнеплоды хранили в контейнерах, в овощехранилище, при температуре 1...2°C и влажности 90-92%, в течение семи месяцев (со 2 декады сентября по 2 декаду апреля). Были изучены 244 стерильных линий ms-A и 187 фертильных линий mf-B (закрепители стерильности), полученных из сортовых и гибридных популяций отечественного и иностранного происхождения.

Фитосанитарное обследование в период хранения, отбор пораженных корнеплодов при весеннем анализе, идентификацию видового состава патогенов, степень поражения и уровень устойчивости селекционного материала проводили на базе лаборатории селекции и семеноводства столовых корнеплодов и лаборатории иммунитета и защиты растений, используя соответствующие методики и определители [4, 11-16, 18]. Дифференциацию селекционного материала по группам устойчивости проводили по следующей градации в зависимости от показателя распространенности (Р) болезни в образце: I - практически устойчивые (P=0%); II - относительно устойчивые (P=1-20%), III - средневосприимчивые (P=21-50%) и IV - восприимчивые (P=51-85%).

Для иммунологической оценки устойчивости сортопопуляций свеклы столовой *in vitro* использовали наиболее вирулентные изоляты разных грибов из родов *Fusarium* (фузариоз), *Phoma* (фомоз), *Sclerotinia* (белая гниль) из коллекции лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФНЦО, путем нанесения агаровых блоков десятисуточной культуры возбудителей на среде Чапека (в контроле - стерильный агаровый блок) на высеченные из корнеплодов диски. Повторность десятикратная. Для изучения полиморфизма по устойчивости индивидуальных генотипов в каждой линейной образце отбирали наиболее типичные маточные корнеплоды без внешних признаков поражения, у которых отрезали 1/3 нижней части, делили на диски и проводили инфицирование аналогичным способом. Учет степени поражения делали на седьмые сутки после заражения измерением диаметра и глубины зоны поражения и расчетом объема зоны поражения (Vп, см³), который является наиболее информативным критерием оценки уровня устойчивости как сортопопуляции в целом, так и внутривокупляционного полиморфизма (Cv>60%). Статистическую обработку данных проводили по [17] с использованием программ LightCycler® 480 SW 1.5.1 и MS EXEL 2010.

Результаты

В результате фитопатологической экспертизы корнеплодов свеклы столовой с признаками поражения было выявлено, что в большинстве случаев на пораженных корнеплодах одновременно присутствовали несколько видов возбудителей (смешанные гнили). Основу патогенного

комплекса микозных гнилей составляли грибы из родов: *Fusarium* (фузариоз), *Phoma* (фомоз), *Alternaria* (черная сухая гниль), *Botrytis* (серая гниль), *Sclerotinia* (белая гниль), *Penicillium*, *Cladosporium*. В 2018 и 2020 годах доминирующим видом в составе фитокомплекса были грибы из рода *Phoma*, а в 2017 и 2019 годах преобладали грибы рода *Fusarium*. (рис. 1). Из менее распространенных болезней в 2018 году наблюдали рост распространения кладоспориоза, а в 2017 и 2019 году – альтернариоза. В 2020 году когда было отмечено значительное распространение фомоза, на корнеплодах отсутствовали возбудители пенициллеза и кладоспориоза.

При проведении фитопатологической оценки учитывали также место локализации патогена при поражении корнеплодов. Наиболее опасным для свеклы столовой является поражение головки корнеплода, которое приводит к потере селекционно ценных генотипов в результате невозможности получения их семенного потомства. Среди зарегистрированных болезней в этом плане наиболее вредоносен фомоз, который более чем в 70% случаев поражает именно головку корнеплода (рис. 2). Это связано с тем, что данный возбудитель поражает все органы растений и в первую очередь – листовую розетку и черешки листьев, и заражение головки происходит еще в период вегетации, до закладки корнеплодов на хранение.

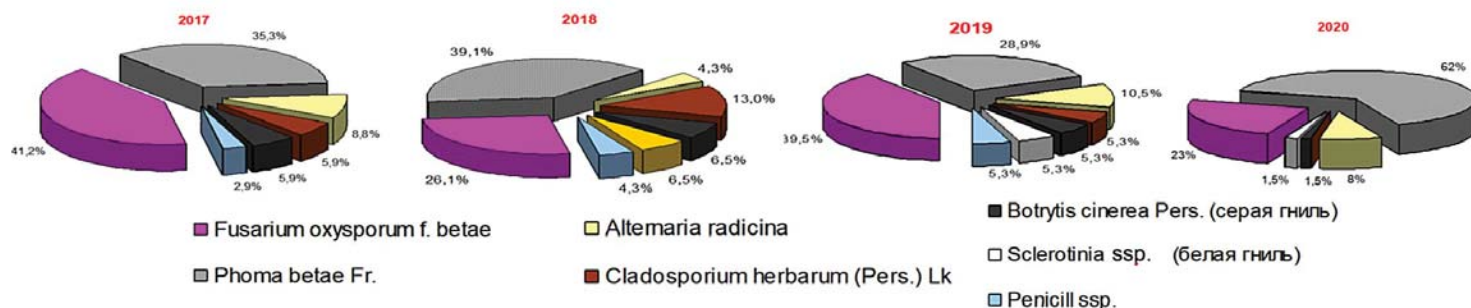


Рис. 1. Структура патогенного комплекса кагатных гнилей, выделенного из пораженных корнеплодов свеклы столовой (2017-2020 гг.)

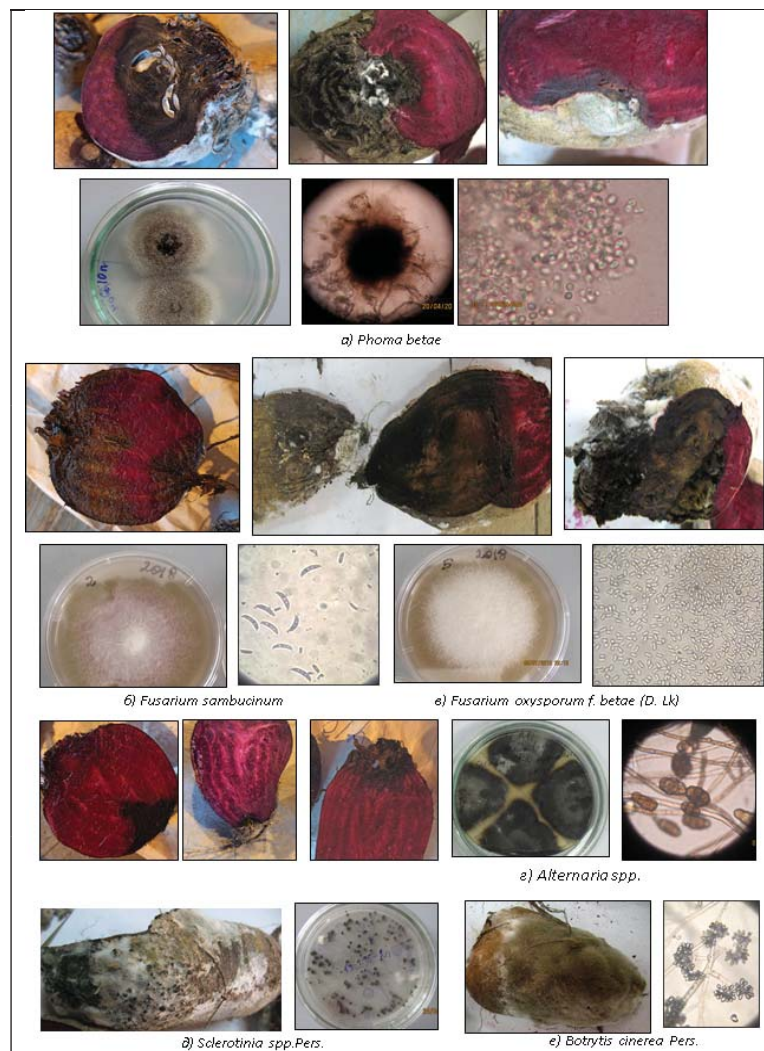


Рис. 3. Симптомы поражения корнеплодов болезнями хранения (а-фомоз, б и в - фузариум, г - альтернариоз, д - белая гниль, е - серая гниль) и культуральные признаки их возбудителей на питательной среде Чапек.

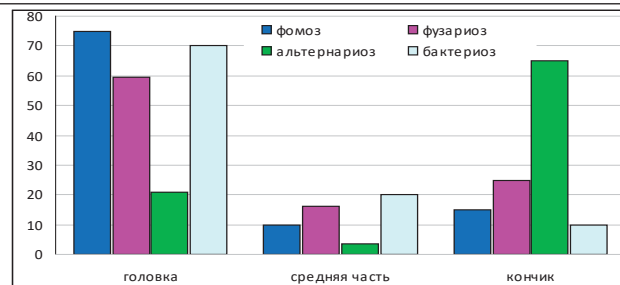


Рис. 2. Встречаемость основных болезней хранения на культуре свеклы столовой в зависимости от места локализации симптомов поражения корнеплодов (2017-2020 годы).

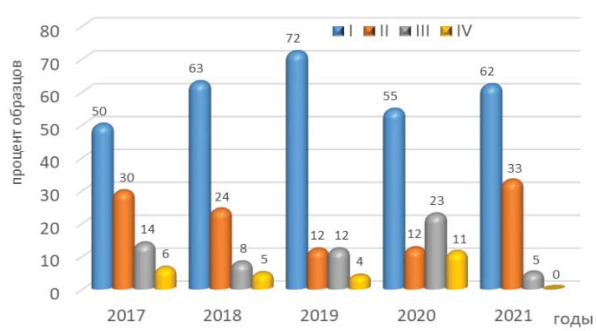


Рис. 4. Распределение селекционных линий свеклы столовой по группам устойчивости корнеплодов к кагатным гнилям в общей совокупности изученных образцов в разные годы.

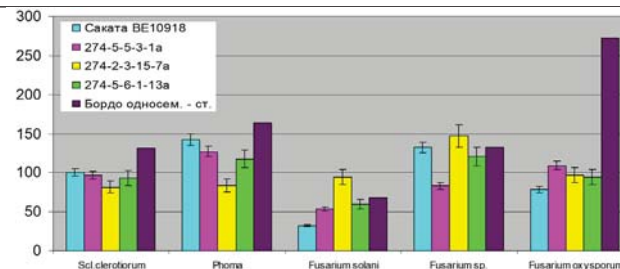


Рис. 5. Средний объем зоны поражения корнеплодов свеклы столовой разных потомств при искусственном заражении наиболее агрессивными изолятами микромицетов.

Фузариоз – вторая по вредности болезнь, и, хотя он может быть локализован в разных частях корнеплода, в 60 % случаев он встречается в патоккомплексе пораженной головки. Наиболее часто встречаемыми видами возбудителей фузариозной гнили являются виды *Fusarium sambucinum* Fuck. и *Fusarium oxysporum* (D. Lk). Альтернариоз, в отличие от фомоза и фузариоза, в 65% случаев повреждает кончик корнеплода, хотя может присутствовать в составе кагатной гнили головки, как и белая и серая гнили. Характер проявления наиболее типичных симптомов поражения корнеплодов основными микозами и культуральные признаки выделенных из пораженных частей растений возбудителей представлены на рис. 3. Выделенные в чистую культуру изоляты грибов проверяли на патогенность методом искусственного заражения дисков корнеплодов, и наиболее агрессивные из них использовали в дальнейшем для иммунологической оценки селекционного материала.

По результатам фитопатологического весеннего анализа состояния корнеплодов после хранения линейный материал свеклы столовой был ранжирован на четыре основные группы в зависимости от показателя распространенности болезней в образце. При этом отмечено, что частота встречаемости смешанных инфекций в группе восприимчивых образцов существенно выше, чем в группе относительно устойчивых.

В целом и в пределах отдельных выборок линейного материала соответственно их использованию в селекционном процессе (стерильные линии ms-A и фертильные линии-закрепители mf-B), наиболее многочисленной как среди стерильных, так и среди фертильных инбредных линий закрепителей стерильности является группа I устойчивости (рис. 4, табл. 1). Их доля в общей совокупности изученных образцов в среднем увеличилась с 50% в 2017 году до 70% в 2019 году. В 2019 году также отмечено снижение доли восприимчивых генотипов по сравнению с 2017 годом. Увеличение числа практически устойчивых образцов в ряду инбредных поколений и стерильных потомств обусловлено, в том числе, и ежегодным напряженным отбором устойчивых генотипов в пределах каждой селекционной линии, а также обязательной браковкой линий с высокой распространенностью патогенов.

На следующем этапе селекционного процесса, после проведения сестринских скрещиваний в пределах линий mf-B с целью преодоления инбредной депрессии в полученных потомствах (2020 год), произошло снижение доли относительно устойчивых селекционных образцов (рис. 4, табл. 1). Это связано с повышением уровня их гетерогенности и появлением генотипов с различным уровнем устойчивости в результате перераспределения генов резистентности [19]. Соответственно, такую же тенденцию отмечали и среди их стерильных аналогов линий ms-A, где доля образцов группы I устойчивости составила всего около 55%. При этом, изменилось и распределение образцов в рамках отдельных болезней по группам устойчивости среди стерильных и фертильных линий (табл. 2).

Табл. 1.

Распределение селекционных образцов свеклы столовой по группам устойчивости к кагатным гнилям у изученных стерильных (ms-A) и фертильных (mf-B) линий (естественный инфекционный фон).

Группа устойчивости	Доля образцов в группах устойчивости, %									
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	ms-A	mf-B	ms-A	mf-B	ms-A	mf-B	ms-A	mf-B	ms-A	mf-B
I	52	48	60	71	70	74	51	58	58	67
II	24	35	29	12	13	11	14	12	37	28
III	17	10	7	12	13	11	22	22	5	5
IV	7	6	4	6	4	4	13	8	0	0
Число образцов	75	48	48	17	46	27	56	73	19	18

Табл. 2.

Распределение селекционных образцов свеклы столовой по группам устойчивости к отдельным болезням (2020 год).

Болезнь	Доля образцов, %							
	линии ms-A				линии mf-B			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Фомоз	61	24	11	4	41	24	29	6
Фузариоз	76	15	4	6	88	12	0	0
Альтернариоз	78	22	0	0	94	6	0	0
Бактериз	98	0	2	0	94	6	0	0
Белая гниль	100	0	0	0	100	0	0	0

Табл. 3.

Список и посевные номера выделенных линий ms-A и mf-B свеклы столовой, представляющий наибольший интерес для селекции на устойчивость к болезням.

Селекционный шифр потомства	I группа устойчивости		II группа устойчивости	
	ms-A	mf-B	ms-A	mf-B
2-3-15-7a	623/18, 453/19, 472/19, 334/20, 653/21	619/18, 332/20	762/18, 448/19, 350/20, 671/21	513/19, 669/21, 670/21
5-5-3-1a	603/18, 638/18, 450/20, 605/20	604/18		637/18
5-6-1-1a	615/18, 329/20			
5-6-1-10a	627/18, 516/19, 336/20		521/19	
5-6-1-12a	608/18, 513/19, 327/20	611/18, 439/19, 325/20, 326/20, 603/21		
5-6-1-13a	465/19	432/19		

Табл. 4.

Степень поражения маточных корнеплодов различных инбредных потомств к наиболее агрессивным изолятам возбудителей болезней хранения.

Образец	Пораженность in vivo, P%	№ корн.	Объем зоны поражения диска корнеплода, V мм ³				
			Phoma-betae	F. solani	F. sp.	F. oxysporum	Scl. clerotiorum
Саката BE10918 (стандарт устойчивости)	0	1	53	290	31	91	9
		2	491	75	9	76	226
		3	126	277	2	57	288
		4	385	152	15	25	20
		5	18	107	23	13	13
274-5-6-1-13a	58	1	42	96	49	203	123
		2	42	119	90	119	114
		3	69	38	15	25	18
		4	159	53	35	49	90
		5	38	113	53	123	57
274-5-5-3-1a	14	1	256	57	53	49	102
		2	49	80	71	75	91
		3	401	145	49	75	113
		4	63	53	96	161	85
		5	63	62	28	114	119
274-2-3-15-7a	18	1	85	166	62	96	62
		2	38	215	141	66	45
		3	35	102	62	80	185
		4	96	196	113	126	152
		5	45	102	49	71	38
Бордо односем. (стандарт восприимчивости).	62	1	198	215	62	251	126
		2	75	141	31	53	159
		3	283	91	28	636	126
		4	98	85	71	152	113

Табл. 5.

Характеристика хозяйственно-ценных признаков перспективных изогенных пар mf-B и ms-A линий, полученных с участием выделенных по результатам иммунологической оценки устойчивости маточных корнеплодов к комплексу болезней (2020 год).

Потомство	Линия	№ пос.	Товарная урожайность, кг/м ²	Средняя масса товарного корнеплода, г	Товарность, %	Форма корнеплода		Диаметр головки корнеплода	
						индекс	V, %	см	V, %
274-5-6-1-13a	ms-A	465	3,9	153	85	0,9	7	2,3	13
	mf-B	515	3,8	148	86	0,9	12	1,8	14
274-5-5-3-1a	ms-A	450	3,3	126	87	1,6	13	2,5	11
	mf-B	441	2,4	100	83	1,7	10	2,6	15
274-2-3-15-7a	ms-A	511	3,5	131	97	1,0	9	2	17
	mf-B	448	3,1	127	82	1,0	11	2,3	15



Рис. 6. Перспективные изогенные пары свеклы столовой: линии mf-B закрепители стерильности и линии ms-A, полученные на их основе (2020 год).

Как видно из табл. 2, в группе стерильных линий ms-A устойчивость образцов к фомозу и фузариозу существенно варьировала. Доля образцов, практически устойчивых к фомозу, составил 61%, а к фузариозу - 76%. Среди фертильных линий-закрепителей mf-B эти показатели составили 41% и 88% соответственно, причем, в отличие от стерильных аналогов, среди них отсутствовали образцы, восприимчивые к фузариозу. В то же время в обеих группах присутствовали образцы, восприимчивые к фомозу, доля которых составила 4-6%. К альтернариозу, бактериозу и белой гнили большинство проанализированных линий были относительно устойчивыми.

Дальнейший отбор наиболее устойчивых генотипов среди и mf-линий после проведения повторного инбридинга и ms-линий, полученных на их основе, привел к выравниванию структуры их потомств по устойчивости корнеплодов к кагатным гнилям, и общая доля образцов группы I устойчивости в 2021 году достигла 62% (рис. 4, табл.1). По всей совокупности изученных образцов доля пораженных болезнями корнеплодов составила менее 10% от общего числа проанализированных, и отсутствовали восприимчивые образцы группы IV, что свидетельствует о низкой степени инфицированности созданного селекционного линейного материала свеклы столовой в целом.

В результате проведенной оценки из разных инбредных потомств свеклы столовой был выделен перспективный селекционный материал с высокой устойчивостью корнеплодов (табл. 3), среди которого с точки зрения стабильности признака по годам представляют потомства 2-3-15-7a (14 линий) и 5-6-1-12a (8 линий). По комплексу других хозяйственно ценных признаков наибольший интерес представляют линии №№ 513, 448, 453. Все три линии имеют высокую всхожесть семян (95-100%), прямостоячую листовую розетку, выровнены по форме и величине головки корнеплодов, характеризуются интенсивно красной окраской мякоти без ярко выраженных колец, высокой товарностью корнеплодов со средней массой 143-188 г.

Определенный интерес для селекции также представляют образцы с требуемым комплексом хозяйственно-значимых признаков из групп устойчивости II и III, в пределах популяций которых присутствуют отдельные устойчивые генотипы. В данных образцах отбор проводится на основании результатов ежегодной иммунологической оценки индивидуальных корнеплодов в лабораторных условиях методом высечек с нанесением агаровых блоков или суспензии наиболее агрессивным изолятам основных возбудителей болезней хранения. В иммунологическую оценку устойчивости маточных корнеплодов были включены перспективные линии mf-B из потомств 5-5-3-1a, 2-3-15-7a и 5-6-1-13a. В качестве стандарта устойчивости был взят иностранный образец Саката VE10918, а стандарта восприимчивости – сорт Бордо односемянная.

По результатам опыта видно, что в среднем все селекционные образцы показали относительно высокую устойчивость к *S. sclerotiorum* (на уровне стандарта устойчивости) и к *F. oxysporum* - объем зоны поражения был в 2,5 раза меньше, чем у сорта Бордо односемянная (рис. 5). По устойчивости к *F. solani* инбредные линии уступали стандарту устойчивости Саката. Наиболее восприимчивым к этому виду возбудителя фузариоза являются линии из потомства 274-2-3-15-7a, которые в тоже время проявили наибольшую устойчивость к *Phoma betae* и *S. sclerotiorum*. По устойчивости к неидентифицированному до вида, но высоко агрессивному изоляту *F.sp.* наибольший интерес представляет потомство 274-5-5-3-1a.

Из самых ценных трех инбредных линий для проведения индивидуальной иммунологической оценки взяли по пять маточных корнеплодов с наилучшим сочетанием хозяйственно важных признаков, без внешних симптомов поражения. Как видно в табл. 4, индивидуальная устойчивость корнеплодов к различным видам патогенов существенно различалась как в пределах инбредных потомств, так и у стандартов. Объем зоны поражения дисков грибом *Ph. betae* варьировал от 18 до 491 мм³, *S. sclerotiorum* – от 9 до 288 мм³, *F. oxysporum* – от 13 до 636 мм³, *F. solani* – от 38 до 290 мм³, *F. sp.* – от 2 до 290 мм³.

По итогам оценки в пределах каждого потомства были выделены корнеплоды с наименьшим объемом зоны поражения всеми возбудителями. В потомстве 274-5-6-1-13a корнеплод № 3, в 274-5-5-3-1a корнеплод № 2, в 274-2-3-15-7a корнеплод № 5. Эти корнеплоды были высажены в групповые изоляторы совместно с выделенными по устойчивости стерильными материнскими линиями для получения как инбредного потомства линий mf-B, так и гибридных комбинаций ms*mf с их участием, т.е. линий ms-A. Семена собирали отдельно с каждого растения.

Полученное семенное потомство и семена исходных форм были высеяны в 2019 году в блочной теплице. Выращенные корнеплоды были заложены на хранение и весной 2020 года была проведена оценка их пораженности болезнями. Анализ полученных результатов показал высокую результативность проведенного отбора на основе комплексной оценки устойчивости в условиях *in vivo* и *in vitro*. В отличие от исходных форм, все полученные инбредные потомства и гибридные комбинации имели 100%-ю сохранность корнеплодов, без признаков поражения болезнями хранения.

Из полученных потомств были выделены наиболее ценные изогенные пары линий mf и ms по сочетанию и выровненности хозяйственно ценных признаков, описание которых приведено в табл. 5, а внешний вид корнеплодов на рис. 6.

Данные изогенные пары, имея сравнимую товарную урожайность (более 3 кг/м²), отличаются по средней массе и форме корнеплода. Пары mf-B/ms-A образцов №№ 515/ 465 и №№ 448/511 перспективны для создания гибридов свеклы столовой с округлой формой корнеплодов, а №№ 450/441 – с цилиндрической.

Заключение

Представленные результаты подтверждают важность поэтапного ежегодного фитопатологического анализа и иммунологической оценки селекционного материала и актуальность поиска источников со стабильной устойчивостью к болезням хранения в сочетании с требуемым комплексом хозяйственно ценных признаков. Наибольший интерес представляют образцы группы I, характеризующиеся отсутствием поражения корнеплодов в период хранения разными патогенами в условиях *in vivo*. Образцы групп II и III также могут являться ценными источниками устойчивости к отдельным видам болезней и не исключаются из селекционного процесса, если они обладают необходимым сочетанием других хозяйственно ценных признаков. Восприимчивые образцы группы IV с высокой распространенностью болезней подлежат обязательной ежегодной выбраковке при весеннем анализе корнеплодов после хранения. За годы исследований из различных поколений и потомств были выделены источники устойчивости к болезням хранения (35 образцов) и изогенные пары на основе устойчивых линий mf-B и их стерильных аналогов как основа линии ms-A - материнского компонента гибридов свеклы столовой для различных направлений селекции.

Литература

1. Буренин В.И. К проблеме церкоспороустойчивости сахарной свеклы (задачи селекции и исходный материал). Сахарная свекла. 2018;(10):2-5.
2. Козарь Е.Г., Ветрова С.А., Енгальчева И.А., Федорова М.И. Оценка устойчивости селекционного материала свеклы столовой к церкоспорозу на фоне эпифитотии в условиях защищенного грунта московской области. Овощи России. 2019;(6):121-9.
3. Степанов В.А., Федорова М.И., Ветрова С.А., Заячковский В.А., Заячковская Т.В., Вюртц Т.С. Новый сортимент для селекции овощных корнеплодов и технологии его поддержания. Овощи России. 2018;2(40):28-31.
4. Левитин М.М. Современные видовые названия фитопатогенных грибов. Защита и карантин растений. 2018;(8):8-11.
5. Левитин М.М., Новожилов К.В., Афанасенко О.С., Михайлова Л.А., Мироненко Н.В., Гагкаева Т.Ю., Ганнибал Ф.Б. Миграции фитопатогенных грибов и ареалы популяций. В кн.: Микология сегодня. Москва; 2011. С. 261-74.
6. Волгин В.В. Теория и практика создания гетерозисных гибридов сахарной свеклы на основе ЦМС. Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Краснодар; 2007.
7. Свиридов А.В. Защита корнеплодов сахарной свеклы от кагатной гнили. Защита и карантин растений. 2014;(5):25-30.
8. Стогниенко О.И., Мелькумова Е.А., Корниенко А.В. Церкоспороз сахарной свеклы и методы снижения его вредоносности. Воронеж, 2016.
9. Балков И.Я. Возникновение стерильных по пыльце форм сахарной свеклы в процессе инцухтирования. Вестник с.-х. науки. 1976;(12):20-6.
10. Грибанова Н.П. Создание, оценка линий О-типа и их МС-аналогов в селекции сахарной свеклы на гетерозис. Автореф. дис ... канд. с.-х. наук. Рамонь: Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова; 1995.
11. Билай В.И., Элланская И.А. Основные микологические методы в фитопатологии. В кн.: Методы экспериментальной микологии. Киев; 1982. С.418-30.
12. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. Москва; 1989.
13. Ганнибал Ф.Б., Орина А.С., Левитин М.М. Альтерналиозы сельскохозяйственных культур на территории России. Защита и карантин растений. 2010;(5):30-2.
14. Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений. Воронеж; 1984.
15. Gannibal Ph.B., Levitin M.M. Monitoring of Alternarioses of Crops and Identification of Fungi of the Genus *Alternaria*. St.-Petersburg; 2011.
16. Johnson DA, Simmons EG, Miller JS, Stewart EL. Taxonomy and pathology of *Macrospora Nimbya* on some North American bulrushes (*Scirpus* spp.). Mycotaxon. 2002;(84):413-28.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва; 1985.
18. Селиванова Г.А., Смирнов М.А. Видовой состав возбудителей кагатной гнили маточной сахарной свеклы при хранении. Сахар. 2019;(8):22-5.
19. Tesoriere L, Allegra M, Butera D, Livrea MA. Absorption, excretion, and distribution of dietary antioxidant beta-lainsin LDLs: potential health effects of beta-lains in humans. Am J Clin Nutr. 2004;80(4):941-5.

References

1. Burenin V.I. [The problem of Cercospora tolerance of sugar beet (breeding objectives and source material). Sapharnaya Sviokla. 2018;(10):2-5. (In Russ.)
2. Kozar YeG, Vetrova SA., Yengalycheva IA, Fedorova MI. [Evaluation of the resistance of the breeding beetroot material to Cercospora upon epiphytotic in greenhouses of the Moscow region]. Ovoschi Rossii. 2019;(6):121-9.
3. Stepanov VA, Fedorova MI, Vetrova SA, Zayachkovsky VA, Zayachkovskaya TV, Wurtz TS. [A new assortment for the selection of root vegetables and a technology for its maintenance]. Ovoschi Rossii. 2018;2(40):28-31. (In Russ.)
4. Levitin M.M. [Modern species names of phytopathogenic fungi]. Zashchita i Karantin Rasteniy. 2018;(8):8-11. (In Russ)
5. Levitin M.M., Novozhilov KV, Afanasenko OS, Mikhaylova LA, Mironenko NV, Gagkayva T.Yu, Gannibal FB. [Migration of phytopathogenic fungi and areas of their populations]. In: Mikologiya Segodnia [Mycology Today]. Moscow; 2011. P. 261-74. (In Russ)
6. Volgin V.V. [Theory and Practice of Creation of Heterosis Hybrids of Sugar Beet based on CMS]. PhD Theses. Krasnodar; 2007. (In Russ.)
7. Sviridov AV. [Protection of sugar beet root crops from clamp rot]. Zashchita i Karantin Rasteniy. 2014;(5):25-30. (In Russ)
8. Stognienko OI, Melkumova YeA, Korniyenko AV. Tserkosporoz Sakharnoy Sviokly i Metody Snizheniya Yego Vredonosnosti [Cercosporosis of Sugar Beet and Methods of Reducing its Harmfulness]. Voronezh; 2016. (In Russ.)
9. Balkov IYa. [The emergence of pollen-sterile forms of sugar beet in the process of inbreeding]. Vestnik Selskokhoziaystvennoy Nauki. 1976;(12): 20-6. (In Russ.)
10. Griбанова NP. [Creation and Evaluation of O-type Lines and Their MS Analogues in Selection of Sugar Beet for Heterosis]. PhD Theses. Ramon'; A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar; 1995. (In Russ.)
11. Bilay VI, Ellanskaya IA. [Basic mycological methods in phytopathology]. In: Metody Eksperimentalnoy Mikologii [Methods of Experimental Mycology]. Kiev; 1982. P. 418-30. (In Russ.)
12. Pausheva ZP. Praktikum po Tsitologii Rasteniy [Plant Cytology Practicum]. Moscow: Vysshaya Shkola. 1989. (In Russ.)
13. Gannibal FB, Orina AS., Levitin M.M. [Alternarioses of agricultural crops in Russia]. Zashchita i Karantin Rasteniy 2010;(5):30-2. (In Russ)
14. Anonimous. [Recommendations on Registering and Identification of Pests and Diseases of Agricultural Plants]. Voronezh; 1984. (In Russ.)
15. Gannibal PhB, Levitin M.M. Monitoring of Alternarioses of Crops and Identification of Fungi of the Genus *Alternaria*. St.-Petersburg; 2011.
16. Johnson DA, Simmons EG, Miller JS, Stewart EL. Taxonomy and pathology of *Macrospora/Nimbya* on some North American bulrushes (*Scirpus* spp.). Mycotaxon. 2002;(84):413-28.
17. Dospikhov BA. Metodika Polevogo Opyta [Technique of Field Experiments]. Moscow; 1985. (In Russ.)
18. Selivanova GA, Sмирнов MA. [Species composition of the causative agents of calcareous rot of stock sugar beet during storage]. Sakhар. 2019;(8):22-5. (In Russ)
19. Tesoriere L, Allegra M, Butera D, Livrea MA. Absorption, excretion, and distribution of dietary antioxidant beta-lainsin LDLs: potential health effects of beta-lains in humans. Am J Clin Nutr. 2004;80(4):941-5.