

Использование вида *S.andigenum* для создания исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу

*Представлены результаты по созданию исходного материала, устойчивого к фитофторозу на основе культурного вида *S.andigenum*. Выделены 22 гибрида с высокой устойчивостью ботвы и клубней, которые являются ценным исходным источником для селекции фитофтороустойчивых сортов.*

*The results of potato parental line breeding on the basis of resistant to late blight cultivated species *S.andigenum* are presented. Twenty-two lines were selected on high resistance to foliage and tuber blight which could be used for potato breeding for resistance to late blight.*

Среди большого видового разнообразия картофеля особое место занимает культурный полиморфный вид *S.andigenum*. В его пределах встречаются образцы, устойчивые к раку, нематоды, X, Y-вирусам. Некоторые формы отличаются высокой засухо- и морозоустойчивостью, повышенным содержанием крахмала, белка, витамина С [1-7]. Особый интерес для селекционеров представляют образцы, устойчивые к фитофторозу [8, 9], причем для некоторых форм данного вида характерно сочетание устойчивости к возбудителю листьев и клубней [10, 11]. Долгое время считалось, что у *S.andigenum* полевая устойчивость к *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary основана на взаимодействии рецессивных г-генов [8], однако последние исследования Б.Трогница показали, что в геноме вида присутствуют и доминантные R-гены, обеспечивающие эффективный контроль к патогену [12].

новые *S.andigenum*, остались почти не пораженными [13]. К сожалению, увлечение в последние годы многих селекционеров дикими фитофтороустойчивыми видами оттеснило на второй план гибридизацию с *S.andigenum*, хотя его потенциал, особенно в области переноса генов устойчивости к фитофторозу в геном *S.tuberosum*, использован далеко не полностью.

Целью работы являлось получение на основе вида *S.andigenum* исходного материала, устойчивого к фитофторозу в сочетании с другими селекционно-ценными признаками.

Клубни 34 образцов вида *S.andigenum*, устойчивых к популяции *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary в Ленинградской области, были получены из ВИР и высажены в полевых условиях. Для гибридизации отбирали хорошо развитые, здоровые по внешним признакам, хорошо цветущие формы, которые скрещивали с сортами Росинка, Гранат, соматклонами сорта Ласунок 16.10см37, 16.10.21, 16.10.40, соматклоном сорта Отрада 10.3.21, межвидовыми гибридами А 2402-8, 5393-19, 30жк10, 6×80-5, А1927, 5443-34, 2-1-1, 4181-12, 47 90. Образцы *S.andigenum* использовали как в качестве отцовских, так и материнских форм.

В Белоруссии работа с *S.andigenum* была начата П.И.Альсмиком в 1934 г. Полученные им гибриды отличались высокой устойчивостью к фитофторозу. Во время сильнейшей эпифитотии фитофтороза в 1953 г., поразившей большинство сортов и гибридов картофеля, связанных происхождением с *S.demissum*, гибриды, полученные на ос-

Таблица 1. Характеристика гибридов картофеля, полученных на основе вида *S. andigenum* по устойчивости к фитофторозу и другим селекционным признакам

Селекционный номер	Происхождение	Группа спелости	Устойчивость к фитофторозу, балл			Содержание крахмала, %	Вкус, балл	Урожайность, ц/га
			листья		клубни			
			1*	2*				
93-27-2	A1982×A2402-8	п	6,8	8,1	7,0	17,6	7	345,0
93-27-7	A1982×A2402-8	п	6,8	7,9	6,2	22,1	7	279,0
93-27-16	A1982×A2402-8	п	6,4	8,4	6,5	20,0	5	328,2
93-27-17	A1982×A2402-8	п	6,8	7,4	6,9	16,7	5	266,7
93-27-14	A1982×A2402-8	п	8,2	8,4	6,7	21,0	5	453,2
93-28-3	A1982×5393-49	п	7,6	7,8	7,8	18,6	7	443,0
93-52-22	16.10.см37×A2402-8	п	8,1	8,0	8,3	20,3	7	302,5
93-52-26	16.10.см37×A2402-8	п	8,2	8,0	9,0	20,7	7	326,0
93-52-31	16.10.см37×A2402-8	п	7,3	7,4	8,0	16,7	5	440,0
93-52-40	16.10.см37×A2402-8	п	8,2	8,4	7,3	19,0	5	520,0
93-52-46	16.10.см37×A2402-8	п	7,8	7,6	8,1	19,5	5	489,0
93-52-55	16.10.см37×A2402-8	п	6,8	8,0	6,9	18,6	5	443,0
93-30-2	A1937×30жк10	п	7,5	7,5	8,6	13,8	5	345,0
93-30-4а	A1937×30жк10	п	7,8	8,0	9,0	14,7	5	350,0
93-30-8а	A1937×30жк10	п	8,0	7,3	8,0	18,9	7	570,0
93-30-11	A1937×30жк10	п	6,8	8,2	6,7	16,6	5	382,0
93-31-20	A312×A1927	п	7,3	8,0	8,2	18,4	5	598,0
93-29-1	A1937×A2402-8	п	7,9	8,2	6,8	17,9	7	409,0
93-29-3	A1937×A2402-8	п	7,3	7,7	7,5	16,8	3	309,0
93-29-8	A1937×A2402-8	п	7,0	7,2	5,6	16,8	5	348,0
93-29-5	A1937×A2402-8	п	7,8	7,2	7,2	15,7	5	316,0
93-29-12	A1937×A2402-8	п	8,1	7,0	7,0	16,1	5	548,0
Белорусский 3 — стандарт		п	4,8	6,3	6,8	16,0	7	270,0

Примечание: п — поздний,

1* — устойчивость ботвы к фитофторозу в полевых условиях (средние данные за 1996–1998 гг.),

2* — устойчивость листьев к фитофторозу (данные по результатам искусственного заражения, 1999 г.).

Гибридизацию проводили в полевых условиях. Было выполнено 33 комбинации скрещиваний. Ягоды завязались в 8 комбинациях, в 7 из которых образцы *S. andigenum* использовали как материнские формы. На следующий год полученные семена в количестве 1360 шт. высевали в стеллажной теплице. При пересадке рассады в цветочные горшки отбраковывали слаборазвитые растения. Всего было распикировано 446 сеянцев. При уборке от каждого образца отбирали по одному, наиболее крупному клубню.

В питомнике первого клубневого поколения было высажено 398 образцов. В течение вегетации отмечали поражение гибридов фитофторозом в динамике, начиная с момента появления первых признаков заболевания до уборки сеянцев. Соотношение устойчивых и высокоустойчивых к данному патогену форм (6–9 баллов) к неустойчивым (балл устойчивости < 5) составило 57 к 43%. Во время уборки отбраковывали неустойчивые и низкоурожайные образцы.

В питомниках сеянцев 2-го, 3-го года и предварительного испытания первого года гибриды испытывали в сравнении со стандартом Белорусский 3. Для дальнейших исследований отбирали высокоустойчивые к фитофторозу, высокопродуктивные, визуально здоровые по вирусным и бактериальным болезням образцы. В зимний период проводили лабораторную оценку клубней по содержанию крахмала и устойчивости к фитофторозу.

В питомнике предварительного испытания 2-го года было высажено 27 гибридов с устойчивостью к фитофторозу ботвы и клубней не ниже 6,2 балла деланками по 15 растений в двукратной повторности. Сухая и жаркая погода во время вегетации 1999 г. не способствовала развитию фитофтороза, и устойчивость образцов к данному заболеванию определяли в лабораторных условиях. Для оценки использовали листья среднего яруса. От растений отделяли верхушку листа с конечной долей и первой парой супротивных боковых долей, для каждого образца в шестикратной повтор-

ности. На каждую долю листа наносили пипеткой каплю суспензии сложной расы *Phytophthora infestans* 1;2;3;4;5;6;6+0;7;8;9;10;11;12;хуз с концентрацией 25 конидий в поле зрения микроскопа при 120-кратном увеличении. Стекла с разложенными на них листьями помещали во влажную камеру и инкубировали при температуре 18-20 °С при постоянном освещении. Пораженность листьев оценивали на 3-и, 5-е и 7-е сутки после инокуляции по девятибалльной шкале.

В результате пятилетнего испытания были выделены 22 перспективных гибрида со средней и высокой устойчивостью к фитофторозу (табл. 1).

Из представленных в таблице 1 данных видно, что гибриды характеризуются повышенной устойчивостью к фитофторозу и превосходят по продуктивности стандарт Белорусский 3.

В последние годы в Республике Беларусь наблюдается резкое изменение характера развития фитофтороза, адаптационной способности патогена к внешним факторам среды. Значительно расширился спектр вирулентности и повысилась агрессивность гриба. Все больший удельный вес в его популяции стали занимать сложные расы [14]. В 1998 г. наблюдалась сильная эпифитотия фитофтороза. Первые признаки поражения данной болезнью картофеля на опытных полях БелНИИ картофелеводства были отмечены 6 июля. Болезнь имела широкое распространение, и на тех посадках, где не была проведена химическая защита, к середине августа наблюдалось полное отмирание ботвы.

На рисунке представлена динамика поражения гибридов фитофторозом в 1998 г. в сравнении со стандартом Белорусский 3.

Испытываемые гибриды показали устойчивость выше стандарта. Медленное распространение инфекции свидетельствует о полевой устойчивости образцов к фитофторозу ботвы.

До недавнего времени устойчивость клубней к фитофторозу привлекала меньшее внимание селекционеров, так как у большинства сортов она находилась на удовлетворительном уровне. Однако изменения в биологии патогена, появление A_2 типа совместимости, возможность сохранения ооспор в земле длительное время привели к тому, что клубни многих сортов в эпитофитийные годы стали сильно поражаться фитофторозом, тогда как на ботве болезнь сильного проявления не имела. Кроме того, у сортов с высокой устойчивостью по ботве, но не устойчивых по клубням, нередко вероятность заражения клубней больше, чем у восприимчивых сортов. У последних ботва отмирает в течение нескольких дней и период возможного заражения клубней очень ограничен. Наоборот, у первых развитие фитофтороза на ботве по времени более растянуто, что усиливает возможность заражения клубней [15]. В этой связи в 1996 г. был проведен опыт по изучению устойчивости к данному патогену клубней у гибридов, полученных на основе вида *S. andigenum*, а также у гибридов, по-

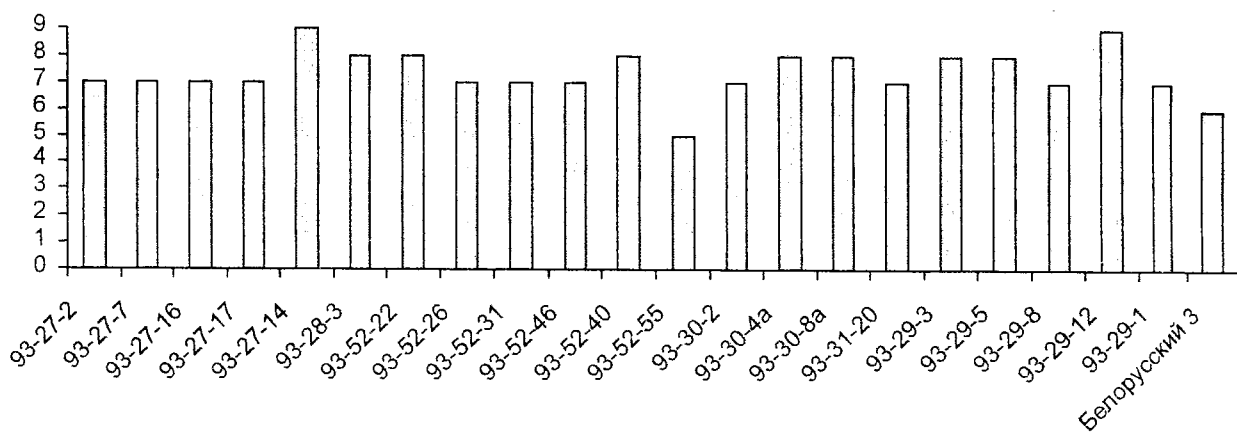
лученных в результате внутривидовой гибридизации *S. tuberosum*. От каждого образца, когда посадки картофеля были сильно поражены фитофторозом (26 августа) и во время хранения (15 ноября), отбирали для заражения по 5 клубней. Инокуляцию клубней проводили в лабораторных условиях инфекцией сложной высоковирулентной расы фитофтороза 1;2;3;4;5;6;6+0;7;8;9;10;11;12;хуз с нагрузкой 25 конидий в поле зрения микроскопа при 120-кратном увеличении. Клубни погружали на 5 минут в суспензию зооспорангиев и затем укладывали во влажные камеры. Учет проводили через три недели. Результаты заражения представлены в таблице 2.

Таблица 2. Устойчивость клубней гибридов картофеля к фитофторозу по результатам искусственного заражения во время вегетации и в период хранения

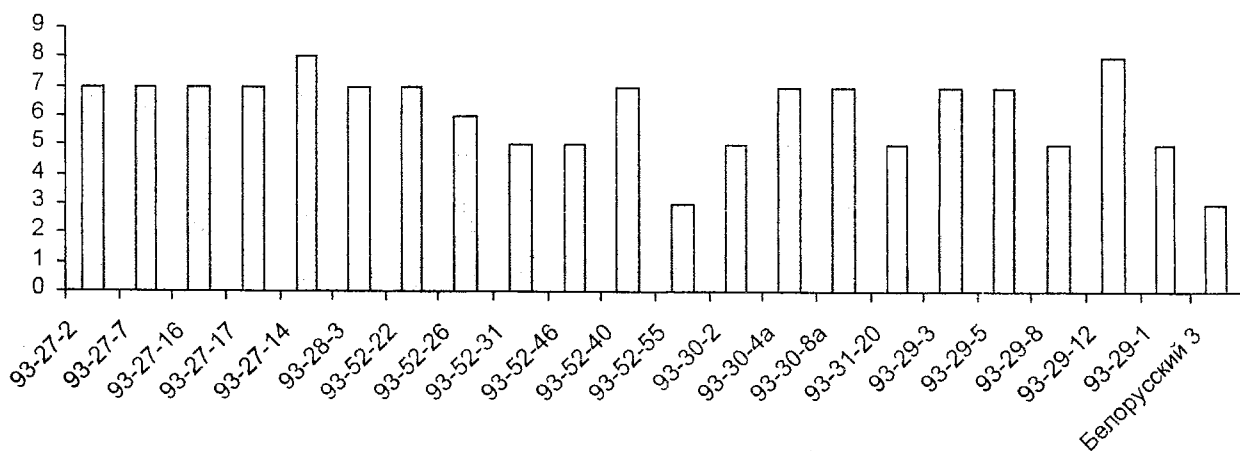
Селекционный номер	Устойчивость к фитофторозу, балл			
	ботва: учет 26.08	клубни: заражение 26.08, учет 16.09	ботва: учет 15.09	клубни: заражение 15.11, учет 16.12
Гибриды <i>S. tuberosum</i> .				
5-8	8,1	9,0	1,0	4,8
10-31	8,3	9,0	1,0	4,6
21-3	8,0	9,0	1,0	4,2
10-2	7,2	7,7	1,0	5,2
32-3	9,0	7,2	1,0	5,6
4-6	8,1	8,3	1,0	5,1
4-15	8,0	6,1	1,0	4,0
Гибриды, полученные на основе <i>S. andigenum</i>				
93-52-46	8,2	8,6	8,2	8,1
93-31-24	8,1	7,5	7,5	7,3
93-29-5	9,0	7,9	9,0	7,9
93-27-3	9,0	5,7	7,2	7,9
93-27-5	9,0	8,7	7,3	8,0
93-31-17	9,0	9,0	7,0	8,0
93-52-3	9,0	8,0	8,2	8,0
93-52-44	9,0	7,4	7,5	8,0
93-52-31	8,3	8,3	5,3	8,0
93-52-40	9,0	8,5	9,0	8,2
93-52-41	9,0	9,0	3,5	8,0
93-27-16	9,0	8,7	7,2	7,5
93-52-39	8,1	7,8	8,1	7,7
93-30-8	7,2	8,2	5,4	7,2
93-31-8	8,2	8,0	3,3	7,2
93-52-22	9,0	8,0	8,1	8,3

Примечание: в опыте использованы гибриды, которые на 26.08 сформировали клубни величиной 50 мм и более.

а)



б)



в)

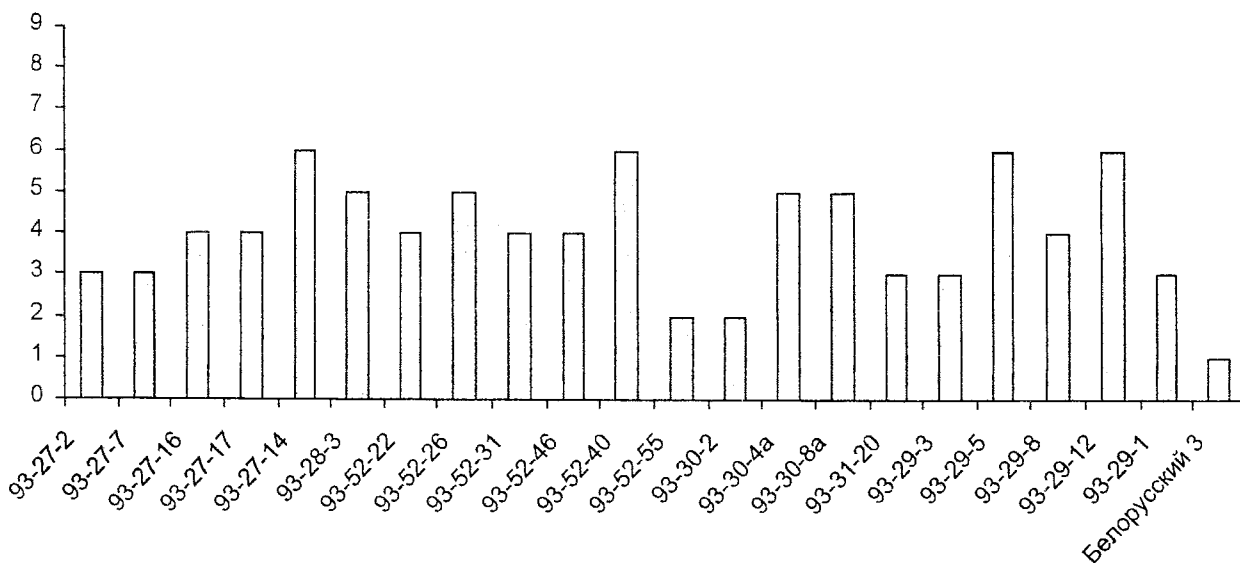


Рис. Пораженность гибридов картофеля фитофторозом по состоянию на 3.08 (а), 21.08 (б) и 7.09 (в) 1998 г.

Как видно из таблицы 2, устойчивость клубней у всех гибридов, за исключением 93-27-3, 93-52-44, 93-52-22, была более высокой в период вегетации. Гибриды, полученные на основе *S. andigenum*, показали высокую устойчивость как в период вегетации, так и во время хранения, что свидетельствует об эффективном генетическом контроле данного признака.

Высокая устойчивость гибридов к фитофторозу по ботве и по клубням, полученных на основе вида *S. andigenum*, и невысокая степень распространения инфекции позволяют сделать выводы о полевой устойчивости данных образцов к фитофторозу и рекомендовать их в качестве исходных форм в селекции на фитофтороустойчивость.

Литература

1. Букасов С.М. *Solanum andigenum* в селекции картофеля // Исходный материал в селекции картофеля. – Москва, 1965. – С. 48-51.
2. Букасов С.М. Некоторые итоги изучения мировой коллекции картофеля // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1973. – Т. 49, вып. 3. – С. 152 – 159.
3. Камераз А.Я. Мировая коллекция ВИР – основа современной селекции картофеля // Вестник с.-х. науки. – 1983. – № 4. – С. 60-64.
4. Камераз А.Я. Использование мирового генофонда в селекции картофеля на устойчивость к важнейшим болезням и вредителям // Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции. Тез. докл. всесоюзн. конф. – Ленинград. – 1981. – С. 53-54.
5. Морозова Е.В. Использование *Solanum andigenum* в селекции картофеля // Картофель и овощи. – 1975. – № 10. – С. 15-17.
6. Морозова Е.В. Формы культурного тетраплоидного картофеля *Solanum andigenum* Juz. et Buk как исходный материал для селекции на нематодоустойчивость // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1978. – Т. 62, – Вып. 1. – С. 161-163.
7. Томчук Н.Г. Сочетание белковости с другими хозяйственно-ценными признаками у гибридов картофеля с формами вида *Solanum andigenum* Juz. et Buk // Картофель. – Минск, Урожай, 1966. – С. 37-42.
8. Будин К.З. Генетические основы селекции картофеля. – Ленинград: Агропромиздат; Ленингр. отд-ние, 1986. – 192 с.
9. Брокш В.Л., Земцова О.И., М.М. Храмцова. Исходный материал для селекции картофеля на устойчивость к фитофторозу // Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции: Тез. докл. всесоюзн. конф. – Ленинград, 1981. – С. 76.
10. Томчук Н.Г., Кремнева А.М. Использование форм вида *Solanum andigenum* Juz. et Buk. в селекции картофеля на фитофтороустойчивость // Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции: Тез. докл. всесоюзн. конф. – Ленинград, – 1981. – С. 65-66.
11. Подгаецкий А.А. Использование генофонда картофеля в селекции на фитофтороустойчивость: (Метод. рекомендации) / УкрНИИ картоф. хоз-ва. – Киев, 1991. – 49 с.
12. Bodo R. Trognitz Inheritance of resistance in potato to lesion expansion and sporulation by *Phytophthora infestans* // Plant. Path. – 1998. – Vol 47. – P. 712-722.
13. Альсмик П.И. Селекция картофеля в Белоруссии. – Минск: Ураджай, 1979. – 127 с.
14. Журомский Г.К. Расовый состав *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary – возбудителя фитофтороза картофеля в условиях Беларуси // Ахова раслін. – 1999. – № 5. – С 30-31.
15. Фитофтороз картофеля и томатов / Н.А. Дорожкин, З.И. Ремнева, С.И. Бельская, В.В. Писарева. – Минск: Ураджай, 1976. – 222 с.