

УСТОЙЧИВОСТЬ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ К КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ

Г.А. Селиванова, кандидат биологических наук

М.А. Смирнов, кандидат экономических наук

Л.Н. Путилина, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы
и сахара имени А.Л. Мазлумова»

e-mail: g.selivanova@mail.ru, masmirnov@rambler.ru, lputilina@bk.ru

Аннотация. Исследования посвящены изучению устойчивости гибридов сахарной свеклы отечественной селекции к корневым гнилям. Приводятся данные распространения и развития корневых гнилей в течение вегетации культуры. Описываются основные симптомы заболеваний. Выявлены перспективные гибриды сахарной свеклы с минимальным поражением корневыми гнилями.

Ключевые слова: сахарная свекла, гибрид, селекция, корневые гнили, устойчивость.

Сахарная свекла является важной стратегической культурой в Российской Федерации. Согласно Доктрине продовольственной безопасности, уровень самообеспечения сахаром из собственных сырьевых ресурсов должен составлять не менее 90 % [1]. Получение стабильно высоких и качественных урожаев культуры возможно только при строгом соблюдении технологии возделывания [2, 3]. Из-за нарушения агротехнических приемов, допускаемых в большинстве свеклосеющих хозяйств в течение уже более двух десятков лет, ухудшилось фитосанитарное состояние почвы. Это послужило причиной развития корневых гнилей в посевах сахарной свеклы, снижающих продуктивность культуры и качество свеклосырья. Интенсивному распространению и развитию корневых гнилей способствует не только снижение общей культуры земледелия (короткоротационные севообороты, недостаточное применение органических удобрений и т.п.), но и использование гибридов нормального (N) и нормально-сахаристого (NZ) типов зарубежной селекции, не обладающих устойчивостью к местным фитопатогенам.

Интенсивность развития гнили корнеплодов связана также с погодными условиями вегетации: длительностью засушливых периодов, ослабляющих растения и облегчающих проникновение возбудителей в ткани, а также с чередованием засухи и ливневых осадков, вследствие чего происходит растрескивание тканей корнеплодов, открывающее «ворота» инфекции [4, 5].

Наиболее распространенным и экономически вредоносным заболеванием сахарной свеклы в Центрально-Черноземном регионе (ЦЧР) является фузариозная гниль корнеплодов. Возбудители – почвообитающие микроскопические грибы рода *Fusarium*: *F. oxysporum*, *F. solani*, в меньшей степени – *F. gibbosum*. Эти виды возбудителей могут проникать в корневую систему культуры еще в стадии проростков, становясь причиной развития корнееда, и впоследствии – фузариозной гнили, которая образуется в хвостовой части формирующихся корнеплодов в конце июня – июле как проявление последствия корнееда (рис. 1). В неблагоприятных погодных условиях гниль «съедает» корнеплод, значительная часть этих растений погибает [6].

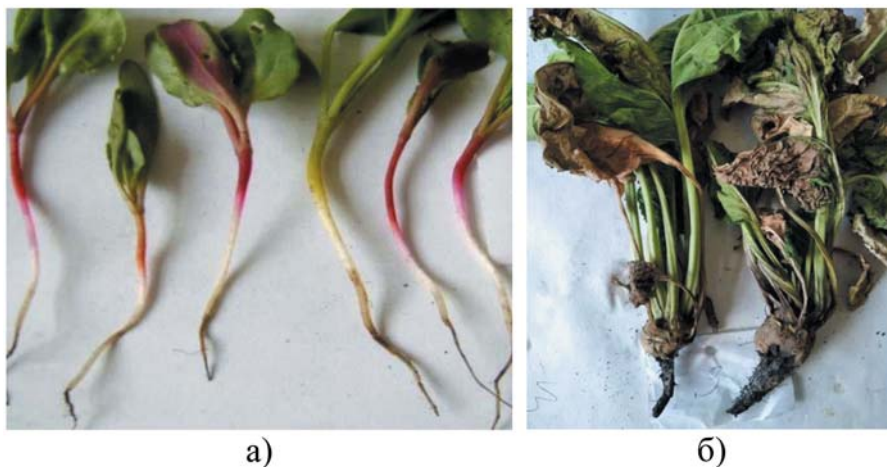


Рисунок 1. Корнеед сахарной свеклы (а) и его последствие – фузариозная гниль корнеплодов (б)

Результатом последствия корневая может стать отмирание нижней части стержневого корня с образованием на его месте многочисленных мелких корешков («борода» или мочковатость корня) (рис. 2). Такие корнеплоды отстают в росте и имеют массу значительно ниже по сравнению с нормально развитыми, что снижает урожай в целом.



Рисунок 2. Мочковатость корнеплода при загнивании хвостовой части

Возбудители фузариоза инфицируют корнеплоды также в процессе вегетации через различные повреждения коры, формируя пятна сухой струпевидной гнили разных размеров на боковых поверхностях, которые обнаруживаются при уборке (рис. 3).



Рисунок 3. Фузариоз корнеплодов сахарной свеклы

Главной задачей, обеспечивающей рентабельность производства сахарной свеклы, является правильный подбор гибридов с учетом зоны выращивания и почвенно-климатических условий конкретного хозяйства. Для этого целесообразно знать характеристики предлагаемых на рынке гибридов культуры.

В настоящее время в Госреестре селекционных достижений допущены к использованию на территории Российской Федерации 46 гибридов сахарной свеклы ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова». Для сравнительного изучения в полевых условиях были отобраны 10 гибридов, из них два представлены на рынке свеклосемян: РМС 120 и РМС 127.

Полевой опыт проводили в рамках демонстрационных посевов сахарной свеклы в 2021 г. в ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова». Цель исследований – оценка устойчивости зарегистрированных и перспективных гибридов сахарной свеклы к корневым гнилям в процессе вегетации.

Опыт закладывали на селекционном поле. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, имеющий следующие показатели агрохимического состава: гумус – 4,9–5,2 %; нитратный азот – 1,3–1,4 мг/100 г почвы; подвижные формы фосфора и калия – 12–13 и 10,2–11,3 мг/100 г почвы соответственно; рН солевой вытяжки (КС1) – 5,0–5,2; гидролитическая кислотность (Нг) – 2,8–3,6 ммоль/100 г почвы [7, 8]. Предшественник сахарной свеклы – озимая пшеница.

Обработка почвы включала следующие агротехнические приемы: лущение стерни на глубину 8–10 см (New Holland + КДК-6); вспашка – 28–30 см (Беларус-2022.3 + ПОН-4+1); ранневесеннее закрытие влаги – 4–6 см (Беларус-2022.3 + С-11); предпосевная культивация – 3–4 см (Беларус-2022.3 + АКШ-6,0). Перед посевом (14 мая) против злаковых и двудольных сорняков проводили обработку почвы гербицидом Дуал

Голд в норме расхода препарата 2 л/га при расходе рабочей жидкости 200 л/га.

Подготовку семян на семенном заводе ООО «Бетагран-Рамонь» осуществляли по схеме: тиаметоксам – 14 л/т; гимексазол – 6 кг/т; тирам – 8 л/т. Посев (17 мая) проводили пневматической сеялкой для точного высева семян пунктирным методом (Dynamic Disc Wintersteiger) с нормой

1,5 п.е., или 150 тыс. шт/га. Глубина заделки семян сахарной свеклы – 3,0–3,5 см.

Схема опыта: 1. Гибриды, включенные в Госреестр – РМС 120, РМС 127, РМС 129, РМС 133, РМС 137, РМС 501; 2. Пробные гибриды – РМС 138, РМС 139, РМС 503 и РМС 505.

Общая площадь делянки – 140 м², учетной – 50 м². Повторность опыта – трехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

Закладку полевого опыта и учеты корневых гнилей проводили согласно методическим указаниям по

Таблица 1. Погодные условия вегетации сахарной свеклы, 2021 г.

Показатель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Средняя температура воздуха, °С						
а) средняя многолетняя 2011-2020 гг.	18,0	21,6	23,2	21,8	15,3	7,9
б) 2021 г.	17,1	21,7	25,1	24,6	12,4	6,7
Сумма осадков, мм						
а) средняя многолетняя 2011-2020 гг.	57,9	56,9	63,0	67,0	39,8	54,2
б) 2021 г.	39,6	65,8	19,6	15,4	84,5	4,0
ГТК						
а) 2021 г.	0,7	1,0	0,3	0,2	2,3	0,2
б) итог	засушливый	засушливый	сухой	сухой	влажный	сухой

организации производственных испытаний гибридов сахарной свеклы ВНИИСС [9]. Обработку экспериментальных данных выполняли с помощью приложения Microsoft Excel по методике Б.А. Доспехова [10].

Погодные условия вегетационного периода 2021 г. были относительно благоприятными для всходов сахарной свеклы в мае – июне (когда количество выпавших осадков составило 0,7 и 1,2 месячной нормы соответственно), но характеризовались сильной засухой в июле – августе: минимальное количество осадков – 0,3 и 0,2 месячной нормы при более высоких по сравнению со среднеиюлетними температурами воздуха (табл. 1).

В сентябре выпало 84,5 мм осадков, или 2,1 нормы, а в октябре – 4,0 мм, или 0,07 нормы. Несмотря на высокий гидротермический коэффициент (ГТК) в сентябре (2,3), за весь период вегетации сахарной свеклы средний ГТК составил 0,8, что характеризует его как засушливый.

В вегетационном сезоне 2021 г. развитие корневых гнилей у растений в фазе 2 пар настоящих листьев в среднем составило 7,8 % при средней распространенности 29,4 % (табл. 2). Максимальная пораженность наблюдалась у пробного гибрида РМС 138: распространенность (Р) 55,2 % и развитие (R) 16,4 %; соответственно, масса 100 растений была минимальной – всего 79,6 г.

У гибридов РМС 129, РМС 133, РМС 501 и пробного гибрида РМС 505 отмечено развитие корневых гнилей на уровне 8,0–8,3 % при распространении от 28,6 (РМС 133) до 35,5 % (РМС 501). Минимальную пораженность корневых гнилей наблюдали в посевах пробного гибрида РМС 503: развитие 4,2 %, распространенность – 13,3 %. Растения в посевах гибридов РМС 127 и РМС 137 к моменту учета были наиболее развиты, о чем можно судить по массе 100 растений: 144,6 и 151,5 г соответственно, и имели слабое развитие корневых гнилей (5,0 и 5,8 % соответственно).

Проникновение факультативных патогенов через первичную кору корня проростков в формирующуюся корневую систему в дальнейшем стало причиной гибели части

Таблица 2. Распространение и развитие корневых гнилей сахарной свеклы, 8.06.2021

Гибрид	Р, %	R, %	Масса 100 растений, г
Гибриды, включенные в Госреестр			
РМС 120	36,7	9,2	105,4
РМС 127	20,0	5,0	144,6
РМС 129	29,0	8,1	111,7
РМС 133	28,6	8,0	95,7
РМС 137	23,3	5,8	151,5
РМС 501	35,5	8,1	89,1
Пробные гибриды			
РМС 138	55,2	16,4	79,6
РМС 139	18,7	4,7	103,3
РМС 503	13,3	4,2	118,5
РМС 505	33,3	8,3	104,1
Среднее	29,4	7,8	110,3
НСР ₀₅	6,2	1,1	11,7



Рисунок 4. Растения, погибшие от последствия корневых гнилей

растений от развития фузариозной гнили корнеплодов в течение июля и августа, как результата последовательности корневых гнилей (рис. 4).

По-видимому, по этой причине фитопатологическое обследование посевов в сентябре в первый срок учета (19 сентября) показало слабую пораженность корнеплодов фузариозом, несколько возросшую к моменту выкопки (табл. 3). В данной линейке гибридов ВНИИСС самым восприимчивым показал себя РМС 137, на котором развитие гнили за месяц выросло в четыре раза: с 3,4 % в сентябре до 12,5 % в октябре с распространенностью 25,0 % (рис. 5а).

На остальных гибридах отмечена распространенность фузариоза до 10,7 % (РМС 501) и развитие до 6,3 % (РМС 505). В пробе гибрида РМС 138 не было обнаружено корнеплодов с признаками загнивания, несмотря на самую сильную пораженность корневых гнилей в начальных фазах роста, что можно объяснить гибелью больных растений в процессе вегетации.

Обследование корнеплодов выявило слабое поверхностное развитие парши (рис. 5б), несколько усилившееся ко второму сроку уборки: до 1,5 % (РМС 501). Более заметным фактором стало увеличение частоты встречаемости (распространенности) корнеплодов с признаками парши от сентября к октябрю: до 12,5 %

у РМС 138 и 13,7 % у РМС 505. На корнеплодах гибридов РМС 129, РМС 137 и РМС 503 развитие парши не обнаружено.

У части гибридов была выявлена сильная разветвленность корнеплодов в хвостовой части, что происходит обычно вследствие уплотненности пахотного горизонта в связи с засушливыми погодными условиями вегетации. Уплотнение пахотного горизонта, когда



а)



б)

Рисунок 5. Фузариоз (а) и парша (б) корнеплодов сахарной свеклы, октябрь 2021 г.

основной корень не может расти вглубь из-за высокой плотности почвы, способствует образованию боковых корней.

Другая причина разрастания придаточных корней – так же, как и в случае образования мочковатости – последствие корневой гнили (рис. 6). Часто такие корнеплоды имеют инфицированные сосудистые пучки, темные на разрезе. Наличие ветвистости препятствует нормальному росту корнеплодов и является фактором, снижающим урожай.



Рисунок 6. Ветвистость корнеплодов сахарной свеклы, 2021 г.

Таблица 3. Фузариоз и парша корнеплодов сахарной свеклы, 2021 г.

Гибрид	Фузариоз				Парша			
	19.09		19.10		19.09		19.10	
	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %
Гибриды, включенные в Госреестр								
РМС 120	0,0	0,0	3,7	1,0	3,4	0,6	7,0	1,1
РМС 127	4,1	2,0	5,9	2,9	5,8	0,9	11,4	1,3
РМС 129	0,0	0,0	5,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0
РМС 133	6,1	0,6	6,3	3,0	0,0	0,0	6,1	0,8
РМС 137	9,1	3,4	25,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
РМС 501	5,9	2,9	10,7	5,4	4,3	0,9	11,9	1,5
Пробные гибриды								
РМС 138	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,8	12,5	1,3
РМС 139	2,1	1,0	7,7	1,3	5,2	0,8	10,1	1,0
РМС 503	2,5	0,8	9,6	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
РМС 505	3,3	1,6	8,3	6,3	8,8	0,8	13,7	1,4
Среднее	3,3	1,2	8,2	3,8	2,7	0,4	6,6	0,8
НСП ₀₅	1,2	0,6	3,7	1,4	1,1	0,2	2,8	0,3

Наиболее сильно ветвистость была выражена у корнеплодов гибридов РМС 137 и РМС 139: на 26,2 и 28,9 % растений соответственно (табл. 4). На гибридах РМС 127, РМС 503 и РМС 505 ветвистости корнеплодов не наблюдали.

Таким образом, интенсификация производства сахарной свеклы должна предусматривать научно обоснованный подбор районированных гибридов культуры, обладающих генетической устойчивостью к различным болезням. По результатам фитопатологического обследования гибриды РМС 120, РМС 129 и РМС 133 проявили комплексную устойчивость к фузариозу и парше. В целом проведенные полевые испытания показали устойчивость отечественных гибридов к болезням корнеплодов.

Список литературы

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации / [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3e5/3e5941f295a77fdcfed2014f82ecf37f.pdf>. Дата обращения 23.02.2022.
2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сахарной свеклы: Метод. реком. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 56 с.

Таблица 4. Ветвистость корнеплодов сахарной свеклы, 2021 г.

Гибрид	Ветвистость			
	13.09		13.10	
	P, %	R, %	P, %	R, %
Гибриды, включенные в Госреестр				
РМС 120	20,0	5,4	20,8	6,1
РМС 127	0,0	0,0	0,0	0,0
РМС 129	10,5	3,8	14,5	5,0
РМС 133	17,3	4,0	20,7	6,3
РМС 137	25,5	9,4	26,2	11,5
РМС 501	12,8	6,4	12,4	7,2
Пробные гибриды				
РМС 138	10,2	3,2	12,5	5,2
РМС 139	27,8	8,8	28,9	9,2
РМС 503	0,0	0,0	0,0	0,0
РМС 505	0,0	0,0	0,0	0,0
Среднее	12,4	4,1	13,6	5,0
НСП ₀₅	4,5	2,2	5,1	2,3

3. Корнеплод особого назначения. Тонкости выращивания сахарной свеклы / [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/35818-korneplod-osobogo-naznacheniya-tonkosti-vyrashchivaniya-sakharnoy-svyekly/>. Дата обращения 8.02.2022.

4. Красножонов, П.И.

Корневые гнили сахарной свеклы и причины их возникновения / П.И. Красножонов // Сахар. – 2017. – № 8. – С. 27-29.

5. Селиванова, Г.А. Причины широкого распространения корневых гнилей в ЦЧР / Г.А. Селиванова // Сахарная свекла. – 2013. – № 5. – С. 27-31.

6. Стогниенко, О.И. Болезни сахарной свеклы, их возбудители: иллюстрированный справочник / О.И. Стогниенко, Г.А. Селиванова. – Воронеж: Антарес, 2008. – 98 с.

7. Минакова, О.А. Изменение почвенного плодородия и урожайности сахарной свеклы при длительном применении удобрений в зернопаропропашном севообороте лесостепи Центрального Черноземного региона / О.А. Минакова, Л.В. Александрова, Д.А. Куницын // Агрохимия. – 2018. – № 1. – С. 52-60.

8. Минакова, О.А. Изменение физико-химических свойств чернозема выщелоченного и урожайности сахарной свеклы при длительном применении удобрений в ЦЧР / О.А. Минакова, Л.В. Александрова, Т.Н. Подвигина // Агрохимия. – 2021. – № 2. – С. 37-46.

9. Методические указания по организации производственных испытаний гибридов сахарной свеклы / И.В. Апасов, И.И. Бартенев, Л.Н. Путилина, М.А. Смирнов, О.А. Подвигина, Д.С. Гаврин, Н.А. Лазутина, И.А. Алименко, Е.В. Козлов. – Воронеж: Воронежский ЦНТИ - филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2018. – 50 с.

10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 416 с.

Resistance of sugar beet hybrids of domestic breeding to root rot during the growing season

G.A. Selivanova, M.A. Smirnov, L.N. Putilina

Summary. The research is devoted to the study of the resistance of sugar beet hybrids of domestic breeding to rot of root crops. Data on the spread and development of root rot during the growing season is given. The main symptoms of diseases are described. Prospective sugar beet hybrids with minimal root rot damage have been identified.

Key words: sugar beet, hybrid, breeding, root rot, resistance.