

# Генотип сахарной свёклы и развитие в ризосфере актиномицетов — антагонистов фитопатогенов

**Н.В. БЕЗЛЕР**, д-р с/х. наук (e-mail: bezler@list.ru)

**О.А. ФЁДОРОВА**, канд. биолог. наук (e-mail: fed-olga78@mail.ru)

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

## Введение

Биологические методы борьбы с широко распространёнными болезнями растений, основанные на применении микробов-антагонистов, в последнее время приобретают всё большую популярность [1, 2]. В числе основных приёмов биометода в практике сельского хозяйства используют введение севооборота и бактеризацию семян [3]. Первый способ применения антагонистов подразумевает использование определённых видов растений в севообороте. Предшествующая культура как технологический приём, с точки зрения защиты растений, может либо способствовать накоплению инфекции, либо, наоборот, подавить или ослабить её, предоставляя последующей культуре наилучшие фитосанитарные условия для роста и развития [4]. При втором способе антагонисты вносят в почву вместе с семенами. При этом важно учитывать, что любой «полезный» организм не может занять в почве доминирующего положения и в полной мере проявить своё положительное действие на растение, поскольку вступает во взаимоотношения со сложнейшей почвенной микробиотой [5].

В последние годы учёными-исследователями всё чаще ставится вопрос, в какой мере сами растения могут противостоять почвенной инфекции. Выделяя в окружающую среду биологически активные вещества, они создают в непосредственной близости к корню особую среду — ризосферу, в которой живут, развиваются и взаимодействуют определённые виды микроорганизмов. Для каждого вида растения характерна своя микрофлора. Свойства микробного сообщества ризосферы определяются генотипом растений и корневыми экссудатами, которые служат субстратом для жизнедеятельности микроорганизмов [3]. В связи с этим необходимо разрабатывать стратегии, которые изменят ризосферную микробиоту сахарной свёклы в пользу микроорганизмов, предотвращающих распространение болезней, повышающих продуктивность и стрессоустойчивость культуры. Элементами данных стратегий является сорт, почва, технология возделывания, воздействие которых на микробиоту ризосферы сахарной свёклы

и формирование патоконтекста прослежена нами в ряде экспериментов.

В ризосфере сахарной свёклы микробиота представлена видами отдела *Mucoromycota* (семейства *Mucoraceae* и *Mortierellaceae*) и анаморфами отдела *Ascomycota*: *Aspergillus* sp. (3 вида), *Fusarium* sp. (6 видов), *Penicillium* Link (16 видов), *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp., *Verticillium* Nees., *Botrytis cinerea* Pers., *Trichoderma* Pers., *Acremonium* Link., *Gliocladium* Corda и др. Доминирующими фитопатогенными грибами на протяжении последних лет остаются *Fusarium oxysporum* Schltdl., *F. solani* (Mart) Sacc., *F. avenaceum*, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., которые выявлены в патоконтексте возбудителей корнееда, увядания, хвостовой гнили корнеплодов [6]. В каждом отдельном случае заселения почв фитопатогенными организмами можно подобрать такие гибриды, которые будут способствовать развитию микроорганизмов-антагонистов в своей ризосфере.

В литературе практически отсутствуют сведения о влиянии генотипа растений сахарной свёклы на заселение ризосферы антагонистами. В связи с этим были поставлены следующие задачи: оценка роли генотипа растения сахарной свёклы в формировании ризосферных комплексов актиномицетов; выделение в чистую культуру актиномицетов, доминирующих в ризосфере сахарной свёклы; изучение антагонистических свойств изолятов к фитопатогенным грибам.

## Материалы и методы исследований

Влияние генотипа сахарной свёклы на актиномицетный комплекс ризосферы изучали в 2020–2021 гг. на опытном поле ВНИИСС. Удобрения вносили перед лушением стерни в виде азофоски  $N_{100}P_{100}K_{100}$ .

Для посева использовали дражированные семена гибридов сахарной свёклы РМС 127 (диплоид), РМС 121 (триплоид) и четырёхплоидную линию 4х. Норма высева 7–9 драже на 1 пог. м. После всходов вносили гербициды против сорных растений в мае и через месяц («Бицепс» — 1,4 л/га, «Трицепс» — 0,02 кг/га, «Адью» — 0,2 л/га). Технология возделывания — общепринятая для ЦЧР.

Пробы почвы из ризосферы растений отбирали в середине вегетации путём извлечения растений вместе с земляным комом. Почву, оставшуюся на корнях после отряхивания (2–3 мм), использовали для приготовления суспензии. Численность почвенных микроорганизмов определяли на кислом агаре Чапека. Численность актиномицетов – методом посева почвенных суспензий разной степени разведения на плотную среду КАА (крахмало-аммиачный агар). Через 7 суток инкубации чашек Петри в термостате при 28 °С подсчитывали колонии. Доминирующие на каждой чашке типы колоний выделяли в чистую культуру. Антагонистическую активность актиномицетов по отношению к основным возбудителям болезней сахарной свёклы (*Fusarium oxysporum*, *F. avenaceum*, *Alternaria alternata*) определяли методами блоков [7], для чего чашки Петри с посеянными культурами инкубировали в термостате при 30 °С в течение 5–7 суток, затем стерильным пробочным сверлом вырезали агаровые блочки и переносили их на поверхность засеянной тест-культуры. Вели наблюдения в течение четырёх суток. Степень антагонистической активности актиномицетов оценивали по зонам подавления роста тест-культуры. Повторность опыта трёхкратная.

**Результаты исследований**

Изучение распределения актиномицетов в ризосфере гибридов сахарной свёклы разной ploидности показало, что их численность зависит от генотипа растений. Их количество в ризосфере растений изменялось от 0,7 до 1,3 млн КОЕ/г а.с.п. в зависимости от ploидности гибрида (рис. 1). Наибольшей численностью актиномицетов 1,3 млн КОЕ/г а.с.п. отличался триплоидный гибрид РМС 121. В его ризосфере количество актиномицетов на 44,4 % превосходило уровень их численности у диплоидного гибрида РМС127 и на 85,7 % – у тетраплоидной линии. Причиной выявленных различий, вероятно, может быть биохимический состав корневых экссудатов.

Наличие зависимости между генотипом растений и заселением прикорневой зоны сахарной свёклы

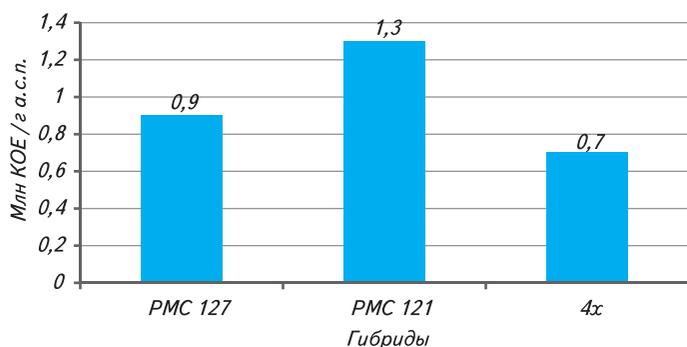


Рис. 1. Численность актиномицетов в ризосфере гибридов сахарной свёклы разной ploидности

актиномицетами предполагает возможность проведения отбора гибридов по данному признаку для включения их в селекционный процесс в целях формирования устойчивости растений к корневым фитопатогенам. Выявление генотипов растений с повышенной способностью «привлекать» в прикорневую зону актиномицеты, обладающие антифунгальной активностью, могло бы стать одним из новых экологически чистых путей регулирования численности фитопатогенных грибов в ризосфере сахарной свёклы. Для определения антифунгального потенциала выделенных из ризосферы различных гибридов сахарной свёклы актиномицетов было изучено их взаимодействие с фитопатогенами, являющимися основными компонентами патокомплекса растений сахарной свёклы: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium avenaceum*, *Alternaria alternata* (см. табл.).

В результате наблюдений установлено, что актиномицеты, ингибируя рост тест-культур, в разной степени обладали антифунгальным действием. Наиболее широким спектром действия обладали актиномицеты 127/2, 127/3, 127/4, 127/7, 121/8, 4x/2, 4x/9, они подавляли рост всех изученных тест-культур.

Антифунгальные свойства актиномицетов из ризосферы гибридов сахарной свёклы разной ploидности

Гибрид	Изоляты	Тест-объекты		
		<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Alternaria alternata</i>
РМС 127	127/1		+	+
	127/2	+	+	+
	127/3	+	+	+
	127/4	+	+	+
	127/5			
	127/6			
	127/7	+	+	+
	127/8			
	127/9			
	127/10			
РМС 121	121/1			
	121/2			
	121/3		+	
	121/4			
	121/5			
	121/6			
	121/7			
	121/8	+	+	+
	121/9			
	121/10			
4x	4x/1			
	4x/2	+	+	+
	4x/3		++	++
	4x/4			
	4x/5			
	4x/6			
	4x/7			
	4x/8			
	4x/9	+	+	+
	4x/10			

Максимальное количество актиномицетов-антагонистов выделено из ризосферы диплоидного гибрида РМС 127, наименьшее – у триплоидного РМС 121. Причём отобранные микроорганизмы действуют одновременно на все изученные фитопатогены, что свидетельствует об отсутствии избирательности их действия. Из ризосферы гибрида РМС 121 и тетраплоидной линии 4х выделены штаммы 121/3, 4х/3, которые проявляли активность только к *Fusarium avenaceum* и *Fusarium avenaceum*, *Alternaria alternata* соответственно, т. е. выявлена специфичность действия продуцируемых культурами антифунгальных веществ.

Данные по количеству антагонистов, выделенных из ризосферы растений сахарной свёклы разной ploидности, коррелируют с численностью микромицетов в их ризосфере (рис. 2). Увеличение численности актиномицетов, обладающих антифунгальной активностью, приводит к снижению численности почвенных микромицетов. Так, наименьшее их количество выявлено в ризосфере диплоидного гибрида РМС 127, являющегося активным «накопителем» актиномицетов-антагонистов. Наибольшее количество микромицетов и наименьшее количество антагонистов обнаружено в ризосфере триплоидного гибрида.

**Заключение**

Таким образом, в результате проведённых исследований выявлено широкое распространение в ризосфере сахарной свёклы популяций актиномицетов, способных синтезировать антифунгальные метаболиты. Выявлены гибридные различия в расселении актиномицетов в ризосфере сахарной свёклы, что можно объяснить отличиями в составе корневых экссудатов. Одним из вероятных механизмов влияния корневых экзометаболитов на формирование определённой ризосферной микрофлоры может быть их разнообразие и специфичность генотипов растений. Различия в способности растений сахарной свёклы привлекать определённые актиномицеты может стать

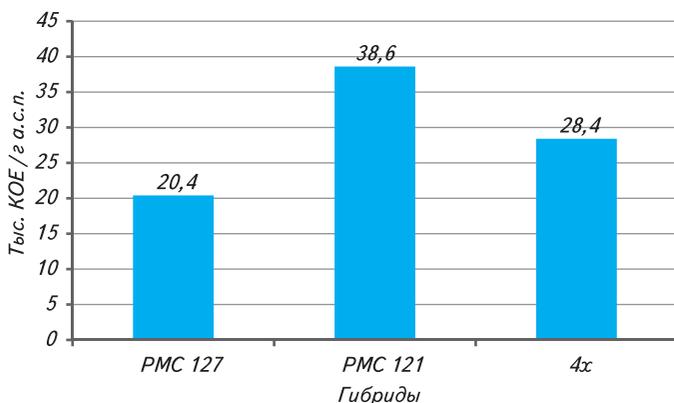


Рис. 2. Численность микромицетов в ризосфере гибридов сахарной свёклы разной ploидности

одним из критериев отбора гибридов на устойчивость к почвенным фитопатогенам. Поиск гибридов с повышенной способностью концентрировать в ризосфере актиномицеты с антифунгальной активностью представляется одним из перспективных путей биоконтроля болезней растений сахарной свёклы.

**Список литературы**

1. Дrajирование семян сахарной свёклы с использованием бактерий штамма *Bacillus subtilis* 20 / М.В. Сумская, Н.В. Безлер, Н.П. Грибанова [и др.] // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : сб. докладов научно-практич. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск : ФГБНУ ВНИИЗ и ЗПЭ, 2014. – 125 с.
2. Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности : учеб. пособие / О.М. Минаева, Е.Е. Акимова, Т.И. Зюбанова, Н.Н. Терещенко. – Томск : Издательский Дом Томского гос. ун-та, 2018. – 130 с.
3. Широких, И.Г. Антифунгальный потенциал актиномицетов из ризосферы ячменя на дерново-подзолистых почвах / И.Г. Широких // Почвоведение. – 2003. – № 4. – С. 458–464.
4. Фитосанитарное состояние почвы в зависимости от агротехнических приёмов возделывания зерновых культур / Н.Н. Апаева, С.Г. Манишкин, Г.С. Марьин [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2 (76). – С. 26–31.
5. Заварзин, Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии / Г.А. Заварзин. – М. : Наука, 2003. – С. 348.
6. Стогниенко, О.И. Уточнённый список болезней и патогенов сахарной свёклы / О.И. Стогниенко, Е.С. Герр // Сахарная свёкла. – 2020. – № 10. – С. 21–23.
7. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М. : Дрофа, 2004. – 256 с.

**Аннотация.** В условиях полевого опыта показана зависимость численности актиномицетов – антагонистов фитопатогенов, ассоциированных с корневой системой сахарной свёклы, от генотипа растений. Установлен антифунгальный потенциал актиномицетов, выделенных из ризосферы различных гибридов сахарной свёклы. Выявлено влияние генотипа растений на актиномицетный комплекс ризосферы. Показана перспективность использования актиномицетов с целью повышения устойчивости растений сахарной свёклы к возбудителям болезней.

**Ключевые слова:** ризосфера, актиномицеты, генотип, сахарная свёкла, фитопатогены.

**Summary.** Under field experiment conditions, dependence of number of actinomycetes-phytopathogen antagonists associated with sugar beetroot system on a plant genotype has been shown. Antifungal potential of actinomycetes isolated from rhizosphere of different sugar beet hybrids has been determined. Influence of plant genotype on actinomycete complex of rhizosphere has been revealed. Great promises of actinomycetes' use to improve sugar beet plant resistance to disease agent have been demonstrated.

**Keywords:** rhizosphere, actinomycetes, genotype, sugar beet, phytopathogens.