

# ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ К КОРНЕЕДУ ПУТЕМ ПРЕДПОСЕВНОЙ ИММУНИЗАЦИИ СЕМЯН

**Г.А. Селиванова**, кандидат биологических наук  
ФБГНУ «ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»  
e-mail: g.selivanova@mail.ru

**Аннотация:** Представлены результаты полевого опыта, в котором перед высевом сахарной свеклы была проведена иммунизация семян культуральными фильтрами авирулентных штаммов грибов рода *Fusarium*. В течение вегетации проводились учеты густоты всходов, распространенности, развития корневой системы сахарной свеклы. Установлено, что пораженность корневой системы иммунизированных растений без предпосевной обработки семян фунгицидами не превышала пораженность растений в варианте, где семена не были иммунизированы, но прошли стандартную фунгицидную обработку. В опытных вариантах биологический урожай был на уровне или выше стандарта.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, иммунизация, авирулентные штаммы, корневой, фунгициды, продуктивность.

Индукцированная защита от патогенов основана на стимуляции защитных механизмов растения посредством метаболических изменений, помогающих ему защищать себя более эффективно. Как патогенные, так и сапротрофные микроорганизмы с продуктами своего метаболизма выделяют элиситоры – соединения, способные индуцировать в растениях механизмы защиты [6, 8]. Под их действием происходит активизация гормональных и ферментных систем, приводящая к изменению иммунного статуса растений.

Иммунизация растений имеет ряд преимуществ перед использованием биоцидов и дополняет возможности селекции: она экологически безопасна и делает маловероятной адаптацию фитопатогенов к иммунизированным растениям в силу включения многих защитных механизмов [5, 8].

По данным ряда авторов [1, 6], перспективным подходом к контролю над болезнями растений является иммунизация на ранних стадиях онтогенеза, которая позволяет с самого начала развития индуцировать в растениях достаточно высокий уровень неспецифической устойчивости. Воздействуя на растения до посева способом обработки семян определенными биологически активными веществами, можно индуцировать из-

менение их метаболизма в сторону, не благоприятную для патогенов.

В данной работе в качестве индукторов иммунитета были выбраны грибы рода *Fusarium*, которые обладают большим диапазоном приспособительных реакций, большим набором разнообразных экзоферментов, большим разнообразием по степени агрессивности и могут проявлять себя как продуценты стимуляторов роста, а не только как факультативные паразиты [2].

В лаборатории иммунитета Всероссийского НИИ сахарной свеклы и сахара в течение нескольких лет велись поиски авирулентных и слабовирулентных штаммов грибов рода *Fusarium*, выделенных из почвы. Путем ступенчатого скрининга отобраны два штамма *Fusarium*. Опыт, проведенный с замачиванием семян сахарной свеклы в культуральных фильтрах этих штаммов и проращиванием их в лабораторных условиях, показал, что проростки обработанных семян не только меньше поражались семенной инфекцией, но и имели более интенсивный рост. Это свидетельствует как об иммуномодулирующем, так и о ростостимулирующем действии метаболитов данных штаммов.

В 2017 г. мы исследовали действие культуральных фильтратов на развитие корневой системы и продуктивность сахарной свеклы в результате обработки ими семян перед посевом без использования и с частичным использованием фунгицидов в полевым опыте.

Целью этого опыта стало повышение сопротивляемости растений к возбудителям корневых гнилей путем иммунизации семян.

Объекты исследований – два штамма грибов рода *Fusarium* – *F. oxysporum* (FO-1-15R) и *F. solani* (FS-3-16B), проявившие свойства рост- и иммуномодуляторов в лабораторных опытах. В испытании использованы семена гибрида Митика (Lion Seeds). Шлифованные семена перед дражированием замачивали на сутки в культуральных фильтрах (КФ) указанных штаммов. КФ были получены при выращивании штаммов в течение недели в жидкой питательной среде специального состава.

Полевой опыт заложен в четырехпольном зернопаропропашном севообороте ВНИИСС в трех повторениях. Площадь опытной делянки составляла 252 м<sup>2</sup>, учетной – 14 м<sup>2</sup>. Сев проводили 17 мая.

Опыт включал 4 варианта с обработкой семян КФ испытываемых штаммов и их дальнейшей предпосевной подготовкой на семенном заводе:

I – покрытие семян дражировочной массой с инсектицидами без фунгицидов;

II – покрытие семян дражировочной массой с инсектицидами с половинной нормой фунгицидов;

III – покрытие семян дражировочной массой с инсектицидами с включением в дражировочную массу Тачигарена без ТМТД;

IV – покрытие семян дражировочной массой с инсектицидами с включением в дражировочную массу ТМТД без Тачигарена.

Опыт был заложен двумя блоками. В первом блоке высевали семена, предварительно обработанные КФ штамма FO-1-15R; во втором блоке – те же варианты с семенами, обработанными КФ штамма FS-3-16B.

Общий стандарт: семена не подвергались обработке КФ; дражирование проводили по стандартной методике с фунгицидами и инсектицидами.

Общий контроль: семена не обработаны КФ и фунгицидами, покрыты дражировочной массой с инсектицидами.

Учет густоты насаждения растений, распространение корневая и определение биологического урожая проводили по общепринятым методикам [7]. В середине августа отбирали пробы почвы ризосферы корнепло-

дов в I варианте первого и второго блоков и с участков, где семена обрабатывали фунгицидами по стандарту («стандарт»), а также проба почвы междурадий (характеризующая фоновую численность почвенных грибов), для определения численности и состава почвенного грибного комплекса ризосферы в разведениях почвенной вытяжки [4]. Идентификацию выделенных грибов проводили по определителю М.А. Литвинова [3].

В опытных вариантах густота всходов была более высокой в сравнении с контролем: 136,5–161,3 и 110,7 тыс. шт/га соответственно, оставаясь на уровне стандарта (140,8 тыс. шт/га) за редким исключением: в I варианте второго блока она находилась на уровне контроля (115,6 тыс. шт/га) (табл. 1).

При распространенности от 13,9 до 18,1 % развитие корневая всходов было слабым, составив от 4,3 до 5,9 % без достоверных различий между вариантами, и вдвое ниже, чем на контроле (9,7 % при распространенности 24,7 %). Распространенность и развитие корневая в опытных вариантах оставалось на уровне стандарта: 15,0 и 4,8 % соответственно.

Во всех вариантах второго блока отмечена достоверно более высокая масса 100 растений, чем в вариантах первого блока. Это свидетельствует о лучшем развитии растений из семян, обработанных перед севом КФ штамма *F. solani*, и лучшим ростостимулирующим действием этого штамма.

Погодные условия прошедшего сезона с невысокой температурой воздуха и периодически выпадающими обильными осадками сложились благоприятно для роста и развития сахарной свеклы. В течение лета не наблюдалось ни увядания, ни усыхания листьев, связанных с загниванием корнеплодов. Учеты при уборке также не выявили наличия болезней корнеплодов.

Самая низкая густота насаждения (99 тыс. шт/га) перед уборкой как в первом, так и во втором блоках наблюдалась в I варианте, где семена были обработаны перед посевом только фильтрами испытываемых штаммов без фунгицидов (табл. 2).

При этом на указанных делянках сформировался высокий урожай – 55,4 и 58,4 т/га соответственно в 1 и 2 блоках. Благодаря большей площади питания здесь же была отмечена самая высокая средняя масса корнеплода (0,56 и 0,59 кг соответственно).

Биологический урожай всех опытных вариантов значительно превышал контроль (41,8 т/га) и был на уровне стандарта (52,0 т/га) или превышал его. В вариантах I и II блока 2 биологический урожай значительно превысил показатели, полученные при стандартной предпосевной обработке, составив 58,4 и 59,4 т/га соответственно. Здесь же получен самый высокий расчетный выход сахара – 10,2 и 10,5 т/га.

Анализ численности и группового состава ризосферной микобиоты показал, что на участках,

Таблица 1. Густота всходов и пораженность корневая

Вариант	Густота всходов на 1 июня, тыс. шт/га	Наличие корневая на 12 июня		Масса 100 ростков, г
		P, %	R, %	
Блок 1(обработка семян КФ FO-1)				
I – без фунгицидов	140,7	15,0	5,6	126,3
II – ½ нормы фунгицидов	161,3	14,2	4,3	127,4
III – без ТМТД	158,4	18,1	4,9	129,3
IV – без Тачигарена	149,6	15,7	5,9	152,4
Блок 2 (обработка семян КФ FS-3)				
I – без фунгицидов	115,6	14,2	5,6	157,2
II – ½ нормы фунгицидов	154	15,4	4,4	161,7
III – без ТМТД	154	13,9	4,4	161,4
IV – без Тачигарена	136,5	15,5	5,5	157,1
Стандарт	140,8	15,0	4,8	130,0
Контроль	110,7	24,7	9,7	114,3
НСР <sub>0,5</sub>	14,3	4,0	1,4	10,7

Примечание. P – распространенность болезни;  
R – развитие болезни, %.

где семена перед посевом обрабатывали КФ указанных штаммов, обнаружена более высокая в сравнении со стандартом численность группы *Penicillium* и *Trichoderma*, более низкая – *Fusarium*, что указывает на более низкий инфекционный фон в ризосфере растений (табл. 3).

Проведенные исследования показали, что предпосевная обработка семян сахарной свеклы культуральными филтрататами биологически активных штаммов *Fusarium* способна частично или полностью заменять химические фунгициды, что имеет перспективу в плане снижения стоимости предпосевной подготовки семян и улучшения экологической ситуации, что особенно актуально в настоящее время.

Установлено, что по густоте всходов и густоте насаждения растений, пораженности всходов корнеедом и продуктивности культуры варианты с предпосевным замачиванием семян в КФ биологически активных штаммов *Fusarium* находились на уровне стандартной обработки. Более активно проявилось ростостимулирующее действие штамма FS-3-16В: растения из семян, обработанных КФ этого штамма, были более развиты в начальном периоде (по массе 100 ростков). А также в этом блоке получен наиболее высокий биологический урожай корнеплодов и расчетный выход сахара в вариантах без применения фунгицидов и с частичным их использованием.

Выявлено, что предпосевная обработка семян сахарной свеклы КФ авирулентных штаммов *Fusarium* благоприятно подействовала на состав ризосферной микробиоты. В целом полученные результаты указывают на целесообразность продолжения исследования иммунизации семян сахарной свеклы культуральными филтрататами биологически активных штаммов *Fusarium*, что позволит снизить нормы предпосевной обработки химическими препаратами.

#### Список литературы

1. Алексейчук, Г.Н. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки [Текст] // Г.Н. Алексейчук, Н.А. Ламан - Минск, 2005. - 320 с.
2. Билай, В.И. Фузариозы [Текст] / В.И. Билай. - Киев: Наукова думка, 1977. - 442 с.
3. Литвинов, М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов [Текст] / М.А. Литвинов – Л.: «Наука», 1967. - 312 с.
4. Методы экспериментальной микологии [Текст]: справочник / И.А. Дудка [и др.]: под ред. В.И. Билай – Киев: Наукова думка, 1982. - 550 с.

Таблица 2. Урожайность корнеплодов в вариантах опыта

Вариант	Густота насаждения, тыс. шт/га	Средний вес 1 корнеплода, кг	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
Блок 1 (обработка семян КФ FO-1-15R)					
I – без фунгицидов	99	0,56	55,4	17,45	9,7
II – ½ нормы фунг.	110	0,47	51,7	17,56	9,1
III – без ТМТД	113,7	0,48	54,7	17,03	9,3
IV – без Тачигрена	113,7	0,47	53,4	17,49	9,3
Блок 2 (обработка семян КФ FS-3-16В)					
I – без фунгицидов	99	0,59	58,4	17,53	10,2
II – ½ нормы фунг.	132	0,45	59,4	17,64	10,5
III – без ТМТД	110	0,48	52,9	17,42	9,2
IV – без Тачигарена	113,7	0,47	54,0	17,49	9,4
Общий стандарт	121	0,43	52,0	16,98	8,8
Общий контроль	85,3	0,49	41,8	17,25	7,2

Таблица 3. Численность и состав микромицетов в почвенной вытяжке ризосферы и почвы междурядий (тыс. КОЕ/1 г абс. с. почвы)

Вариант	Всего	<i>Penicillium</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Fusarium oysporum</i>	<i>Cephalosporium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Mortierella</i>	<i>Dematiaceae</i>
I – блок 1	223,4	47,5	3,8	32,5	6,8	5,9	1,3	18,9
I – блок 2	235,8	52,4	6,4	28,3	8,8	6,8	3,6	15,6
Стандарт	214,6	39,2	2,6	39,5	10,4	7,0	5,8	19,3
Почва	147,5	26,8	5,8	15,3	3,8	9,6	6,2	13,4

5. Озерецковская, О.Л. Индуцирование устойчивости растений биогенными элиситорами фитопатогенов [Текст]: обзор / О.Л. Озерецковская // Прикладная биохимия и микробиология. - 1994. - Т. 30. № 3. - С. 325 - 339.

6. Поликсенова, В.Д. Индуцированная устойчивость растений к патогенам и абиотическим стрессовым факторам [Текст] / В.Д. Поликсенова // Вестник БГУ: Сер. 2. Химия. Биология. География. - 2009. - № 1 - С. 48 - 60.

7. Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений [Текст] / В.Т. Алехин [и др.]: под ред. Ю.Б. Шуровенкова, А.Ф. Ченкина. - Воронеж: ВНИИЗР, 1984. - 274 с.

8. Тютюрев, С.Л. Индуцированный иммунитет растений и перспективы его использования [Текст] / С.Л. Тютюрев // Защита и карантин растений. - 2005. - № 4. - С. 21 - 25.

#### Improvement of sugar beet resistance to root eater by pre-sowing seed immunization

G.A. Selivanova

**Summary** The results of field experiment in which sugar beet seeds have been immunized before sowing with the help of avirulent strains of *Fusarium* genus fungi are presented. Density of shoots, prevalence and development of root eater, beet root productivity were accounted during vegetation period. It was determined that affection of immunized plants without pre-sowing treatment of seeds with fungicides by root eater disease did not exceed the one of plants in the variant where seeds were not immunized, but had a standard fungicide treatment. In the experimental variants, biological yield was the same or more than in the standard.

**Key words:** sugar beet, immunization, avirulent strains, root eater, fungicides, productivity.