

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ХРАНЕНИИ МАТОЧНОЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Смирнов М.А., кандидат экономических наук
Селиванова Г.А., кандидат биологических наук
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»
e-mail: masmirnov@rambler.ru; g.selivanova@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования сохранности маточной сахарной свеклы после обработки на стадии послеуборочного хранения УФ-излучением в различных экспозициях. Выявлено, что УФ-излучение в экспозициях 120 с и 180 с позволяет снизить загнивание корнеплодов, в том числе частоту встречаемости основных возбудителей кагатной гнили. Биологическая эффективность приема хранения составляет 80–100 %.

Ключевые слова: маточная сахарная свекла, хранение, УФ-излучение, сохранность, фитопатогенные микроорганизмы, частота встречаемости.

Введение. Сохранность маточных корнеплодов сахарной свеклы является сложной многофакторной задачей в селекции и семеноводстве культуры, что связано с выходом пригодного к высадке качественного посадочного материала [1].

Главная особенность сахарной свеклы как объекта хранения – химический состав корнеплодов. Высокое содержание воды (75 %) в корнеплодах обуславливает повышенную активность ферментативных процессов и, как следствие, процессов, происходящих в них при хранении (дыхание, прорастание, поражение фитопатогенами и др.). Это требует разработки новых технологий хранения и их элементов, способствующих снижению активности ферментов самих корнеплодов, а также ферментов патогенных микроорганизмов.

Исследования ряда отечественных и зарубежных специалистов свидетельствуют о перспективе использования химических и физических способов хранения [2–4]. При этом выбор того или иного способа зависит от вида продукции, его сортовых особенностей, сроков посева и уборки, условий, режима и продолжительности хранения.

К числу перспективных физических способов борьбы с поверхностной инфекцией при хранении продуктов относят их обработку ультрафиолетовым излучением (УФ-излучением). Данный способ хране-

ния характеризуется использованием установок для обработки продуктов УФ-излучением, в качестве источника которого применяются газоразрядные лампы низкого давления на парах ртути, излучающие коротковолновые ультрафиолетовые лучи (UV-C) с длиной волны от 100 до 280 нм и максимум подавления патогенов в области спектра от 250 до 270 нм. Данное излучение называется бактерицидным [5].

Механизм действия УФ-излучения заключается в поражении ДНК клеток. Проникая через мембрану клетки, ультрафиолетовая энергия запускает образование специфических димеров тимина или цистозина в ДНК и димеров урацила в РНК, что способствует инактивации микробов, вызывая мутации и гибель клеток. Вместе с тем, перепроизводство активных форм кислорода, вызванное ультрафиолетовым излучением, может окислять липиды мембран и ингибировать важнейшие клеточные ферменты [6]. Так, установлено положительное действие однократного применения перед хранением УФ-излучения в отношении снижения распространения и развития основных возбудителей гнили, таких как *Rhizopus*, *Penicillium*, *Botrytis cinerea* и *Fusarium*.

Основными факторами, влияющими на эффективность применения УФ-излучения в технологии хранения продуктов, являются: конструктивные особенности УФ-установок; чувствительность различных патогенов к действию УФ-излучения; мощность лампы; количество ламп; расстояние от источника облучения до обрабатываемой поверхности; степень поглощения УФ-излучения продуктами.

Цель исследований – выявить влияние обработок УФ-излучением маточных корнеплодов сахарной свеклы на сохранность посадочного материала, в том числе пораженность различными группами патогенных микроорганизмов.

Материал и методы. Исследования проводили на базе лаборатории аналитической оценки технологиче-

Таблица 1. Влияние УФ-излучения на сохранность маточных корнеплодов опылителя, 2020–2021 гг.

Показатель	Вариант				
	Конт-роль	УФ-излучение			
		60 с	90 с	120 с	180 с
Загнивших корнеплодов, %	16,07	10,00	6,69	6,69	3,33
Увядших корнеплодов, %	11,55	8,35	8,35	10,00	8,35
Проросших корнеплодов, %	63,15	58,32	55,00	55,00	58,00
Потери массы, %	7,25	5,10	4,35	3,90	2,70
Масса гнили, %	2,52	1,31	0,80	0,44	0,42
Биологическая эффективность, %		48,02	68,25	82,54	83,33

ского качества сахарной свеклы и группы иммунитета сахарной свеклы ВНИИСС в 2020–2022 гг. В качестве объекта изучения использовали маточные корнеплоды опылителя гибрида сахарной свеклы РМС 127.

В 2020–2021 гг. схема опыта включала следующие варианты: контроль (без обработки); УФ-излучение в экспозициях 60 сек, 90 сек, 120 сек и 180 сек. В 2022 г. вследствие предыдущих исследований схема была изменена и направлена на изучение более высоких экспозиций применения УФ-излучения: контроль (без обработки); УФ-излучение в экспозициях 90; 180; 300 и 600 сек.

Обработку маточных корнеплодов опылителя УФ-излучением проводили однократно перед закладкой на хранение с помощью переносной установки. Расстояние от облучаемой поверхности составило 50–60 см.

Хранили посадочный материал в корняхранилище в нерегулируемых условиях. Длительность этого процесса составляла в 2020–2021 гг. – 155 сут, в 2022 г. – 180 сут.

Для определения видового состава и частоты встречаемости бактерий и фитопатогенных грибов применяли методику В.И. Билай, которая предусматривает помещение вырезок загнивших корнеплодов, взятых на границе со здоровой тканью, на агаризированные питательные среды: картофельный агар с антибиоти-

ком – выделение грибов, свекловичный агар без антибиотика – выделение бактерий.

Результаты исследований. В 2020–2021 гг. установлено, что обработка маточных корнеплодов опылителя перед закладкой на хранение УФ-излучением в различных экспозициях оказала влияние на их сохранность (табл. 1). Так, во всех вариантах опыта с УФ-излучением наблюдалось снижение загнивания корнеплодов по сравнению с контролем. Минимальное количество загнивших корнеплодов (3,33 %) и гнилой массы (0,42 %) было при обработке корнеплодов УФ-излучением в экспозиции 180 сек, что обеспечило биологическую эффективность на уровне 83,33 %. Хороший результат был получен в результате применения УФ-излучения в экспозиции 120 сек: загнившие корнеплоды – 6,69 %, масса гнили – 0,44 %, биологическая эффективность – 82,54 %.

Следует отметить, что за 2020–2021 гг. исследованной величина образовавшейся гнилой массы не превышала 2,52 % (контроль), что можно объяснить хорошим качеством выращенного посадочного материала (сахарная свекла первого года жизни) и оптимальными условиями его хранения.

После продолжительного хранения минимальные потери массы (2,70 %) отмечены в варианте с УФ-излучением в экспозиции 180 сек, что ниже контроля (7,25 %) на 4,55 абс. %, или в 2,7 раза. В вариантах опыта с ультрафиолетовым излучением в экспозициях 60; 90 и 120 сек потери массы составили 5,10; 4,35 и 3,90 %, что также ниже контрольного варианта в 1,4 раза, 1,7 раза и 1,9 раза соответственно.

Для маточных корнеплодов сахарной свеклы желательно создавать такие условия хранения, при которых они к концу хранения имели бы здоровые ростки длиной не более 2–3 см. Ростки более 6 см свидетельствуют о несоблюдении температурного режима хранения. В 2020–2021 гг. количество проросших маточных корнеплодов опылителя по вариантам опыта варьировало от 55,00 до 63,15 %, а длина ростков не превышала 4,0 см. Величина увядших корнеплодов составила 8,35–11,55 %.

В 2022 г. после хранения количество загнивших корнеплодов на контроле было на уровне 6,00 %, масса гнили – 1,14 %, потери массы – 2,00 % (табл. 2). Условия применения повышенных экспозиций УФ-излучения оказали значительное влияние на данные показатели. Так, в вариантах опыта с УФ-излучением в экспозициях 180; 300 и 600 сек не наблюдалось загнивания корнеплодов. В результате биологическая эффективность составила 100 %. В данных вариантах потери массы были минимальными (1,60–1,80 %), что ниже контроля в 1,1–1,3 раза.

Обработка маточных корнеплодов УФ-излучением в экспозиции 90 сек снизила количество загнивших корнеплодов в 3 раза, а массу гнили – в 2,8 раза. Биологическая эффективность составила 64,26 %.

Таблица 2. Влияние УФ-излучения на сохранность маточных корнеплодов опылителя, 2022 г.

Показатель	Вариант				
	Конт-роль	УФ-излучение			
		90 с	180 с	300 с	600 с
Загнивших корнеплодов, %	6,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Увядших корнеплодов, %	6,00	6,00	4,00	4,00	4,00
Проросших корнеплодов, %	94,00	94,00	92,00	86,00	92,00
Масса гнили, %	1,14	0,41	0,00	0,00	0,00
Потери массы, %	2,00	2,20	1,70	1,80	1,60
Биологическая эффективность, %		64,26	100,00	100,00	100,00

По показателям проросших и увядших корнеплодов между исследуемыми вариантами в 2022 г., как и в период 2020–2021 гг. не выявлено существенных отличий, что связано с условиями хранения.

Основным заболеванием маточных корнеплодов сахарной свеклы в процессе хранения является кагатная гниль, выражающаяся в отмирании и разложении тканей корнеплода. Возбудителями кагатной гнили корнеплодов являются бактерии и грибы (*Botrytis cinerea*, *Phoma betae*, *Fusarium* и др.) [7].

В 2020–2021 гг. фитопатогенный комплекс кагатной гнили маточных корнеплодов опылителя был представлен бактериями и грибами *Penicillium*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium*, *Phoma betae*, *Mucor* и *Alternaria alternata* (табл. 3). Среди возбудителей гнили преобладали бактерии с частотой встречаемости 0–26,0 %, а также грибы *Penicillium* – 16,7–96,2 % и *Fusarium* – 0–35,0 %. Частота встречаемости грибов *Phoma betae*, *Alternaria alternata* и *Mucor* была на уровне 0–16,4 %. Гриб *Botrytis cinerea* был выявлен только в контроле с частотой 11,8 %.

Установлено, что обработка маточных корнеплодов опылителя УФ-излучением в экспозиции 180 сек обеспечила максимальный эффект в подавлении возбудителей кагатной гнили. Частота встречаемости грибов *Penicillium* снизилась с 96,2 % (контроль) до 16,7 %, а остальные патогены подавлялись полностью.

Обработка маточных корнеплодов опылителя УФ-излучением в экспозиции 120 сек способствовала снижению частоты встречаемости бактерий до 15,5 %, грибов *Penicillium* – до 65,0 %, что ниже контроля в 1,7 и 1,5 раза соответственно. Данная обработка оказалась губительной для грибов *Fusarium*, *Phoma betae*, *Alternaria alternata* и *Mucor*.

Перед закладкой на хранение обработка маточных корнеплодов опылителя УФ-излучением в экспозиции 90 сек позволила в сравнении с контролем снизить частоту встречаемости бактерий в 1,3 раза, а грибов *Phoma betae*, *Fusarium* и *Penicillium* – в 1,3, 2,8 и 1,3 раза соответственно. Действие УФ-излучение в экспозиции 90 сек было губительным для грибов *Alternaria alternata* и *Mucor*.

Необходимо отметить, что обработка ультрафиолетовым излучением в экспозиции 60 сек в сравнении с другими вариантами по действию на патогены кагатной гнили оказалась менее эффективной. По отношению к контролю обеспечено их снижение – частота встречаемости грибов была ниже в 1,2–2,1 раза. В 2022 г. в составе кагатной гнили

Таблица 3. Частота встречаемости возбудителей кагатной гнили маточных корнеплодов опылителя сахарной свеклы (%), 2020–2021 гг.

Вариант	Комплекс возбудителей кагатной гнили							
	Бактерии	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Phoma betae</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Mucor</i>	
Контроль	26,0	11,8	35,0	96,2	8,4	16,4	8,4	
УФ-излучение	60 с	24,0	0	16,7	80,0	6,8	10,8	4,6
	90 с	19,7	0	12,5	72,3	6,3	0	0
	120 с	15,5	0	0	65,0	0	0	0
	180 с	0	0	0	16,7	0	0	0

маточных корнеплодов доминировали бактерии, а также грибы *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria alternata* и *Mucor* (табл. 4). В контроле эти патогены находились с частотой встречаемости 51,2; 35,7; 53,1; 11,3 и 3,8 % соответственно. УФ-излучение в экспозиции 90 сек позволило снизить частоту встречаемости бактерий в 1,5 раза, грибов *Fusarium* – в 1,7 раза, *Penicillium* и *Alternaria alternata* – в 1,1 раза. Гриб *Mucor* целиком подавлялся. Ультрафиолетовое излучение в экспозициях 180 с, 300 с и 600 сек полностью подавляло развитие патогенов гнили корнеплодов маточной свеклы.

Заключение. Таким образом, обработка маточных корнеплодов опылителя гибрида сахарной свеклы перед хранением УФ-излучением оказывает положительное влияние на лежкоспособность посадочного материала в части снижения потерь массы, развития корневых гнилей, частоты встречаемости основных возбудителей кагатной гнили. Для повышения сохранности маточных корнеплодов рекомендуется использовать УФ-излучение в экспозициях 120 сек и 180 сек, как оптимальные по совокупности показателей.

Список использованной литературы

1. Бартенев, И.И. Этапы и особенности развития отечественного семеноводства сахарной свеклы / И.И. Бартенев, В.П. Ошевнев, Д.С. Гаврин, К.Р. Казаров // Сахарная свекла. - 2021. - № 2. - С. 15-21. DOI: 10.25802/SB.2021.22.36.002.
2. Подвигина, О.А. Влияние низкоинтенсивного когерентного излучения на сохранность посадочного материала / О.А. Подвигина, И.И. Бартенев, С.В. Сашенко // Лесотехнический журнал. - 2018. - № 4 (32). - С. 23-28. DOI: 10.12737/article_5c1a320e647bd4.28590993.

Таблица 4. Частота встречаемости возбудителей кагатной гнили маточных корнеплодов опылителя сахарной свеклы (%), 2022 г.

Вариант	Комплекс возбудителей кагатной гнили							
	Бактерии	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Phoma betae</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Mucor</i>	<i>Rhizopus</i>
Контроль	51,2	0	35,7	53,1	0	11,3	3,8	0
УФ-излучение	90 с	33,4	0	21,6	46,8	0	10,5	0
	180 с	0	0	0	0	0	0	0
	300 с	0	0	0	0	0	0	0
	300 с	0	0	0	0	0	0	0
	600 с	0	0	0	0	0	0	0

3. Смирнов, М.А. Перспективы использования химических и физических способов защиты сырья в семеноводстве сахарной свеклы / М.А. Смирнов, И.И. Бартнев, О.М. Нечаева // Российская сельскохозяйственная наука. - 2023. - № 4. - С. 67-71. DOI: 10.31857/S2500262723040130.

4. Palumbo, Michela. Emerging Postharvest Technologies to Enhance the Shelf-Life of Fruit and Vegetables: An Overview / Michela Palumbo, Giovanni Attolico, Vittorio Capozzi, Rosaria Cozzolino, Antonia Corvino, Maria Lucia Valeria de Chiara, Bernardo Pace, Sergio Pelosi, Ilde Ricci, Roberto Romaniello, and Maria Cefola // Foods. - 2022. - Dec 5;11(23):3925. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9737221/>. Дата обращения 28.03.2024. DOI: 10.3390/foods11233925.

5. Тришканева, М.В. Влияние УФ-излучения на изменение свойств растительного сырья и его хранимоспособность. Обзор / М.В. Тришканева, С.Б. Тюрина, Н.И. Федянина, А.А. Мусатова // Здоровье населения и среда обитания. - ЗНИСО. - 2019. - № 4 (321). - С. 36-41. DOI: 10.35627/2219-5238/2019-321-12-36-41.

6. Darré, Magalí. Postharvest Ultraviolet Radiation in Fruit and Vegetables: Applications and Factors Modulating Its Efficacy on Bioactive Compounds and Microbial Growth / Magalí Darré, Ariel Roberto Vicente, Luis Cisneros-Zevallos and Francisco Artés-Hernández // Foods. - 2022. - Feb 23. - 11(5):653. - [Электронный

ресурс]. - Режим доступа: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/195978/CONICET_Digital_Nro.01d96453-3b40-4876-a668-87a6731c5de9_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Дата обращения 19.02.2024. DOI: /10.3390/foods11050653.

7. Селиванова, Г.А. Состав фитопатогенного комплекса кагатной гнили маточной сахарной свеклы в зависимости от погодных условий / Г.А. Селиванова, М.А. Смирнов // Сахарная свекла. - 2019. - № 5. - С. 21-24. DOI: 10.25802/SB.2019.11.40.005.

Assessment of the effect of UV radiation on microbiological processes during storage of sugar beet mother roots

Smirnov M.A., Selivanova G.A.

Summary. The results of a study of the safety of sugar beet mother roots after processing at the stage of post-harvest storage by UV radiation in various exposures are presented. It was revealed that UV radiation at exposures of 120 s and 180 s allow to reduce the rotting of sugar beet mother roots, including the frequency of occurrence of the main pathogenes of clamp rot. The biological efficiency of the storage method is 80–100 %.

Key words: sugar beet mother roots, storage, UV radiation, preservation, phytopathogenic microorganisms, frequency of occurrence.



ВСЕРОССИЙСКИЙ ДЕНЬ ПОЛЯ | 2024

20-22 июня

МВЦ «МинводоЭкспо»

Старопольский край | Минераловодский городской округ | Хутор Красный Пахарь

Выставочный оператор:
ООО «Хорда», 123058, г. Москва,
Электронный переулок, 12

По вопросам участия:
+7 (485) 240-92-26
russian-field-day.ru
info@russian-field-day.ru



Реклама 18+