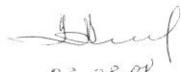


ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

В МГТУ им. Н.Э. Баумана на протяжении целого ряда лет развиваются исследования самых разнообразных физических воздействий на биоматериалы как растительного, так и животного происхождения. Эти исследования проводятся *in vitro* и *in vivo* в режимах индивидуального, одновременного и последовательного воздействия. «Вестник Международной академии холода» опубликовал результаты лечения гемангиом у детей методом СВЧ-КРИО воздействий. Практически важные исследования проведены по изучению подавления (в системах кондиционирования) активности вируса лейциопеллы ультрафиолетовым излучением. В данной статье приведены результаты предварительного облучения гроздьев винограда высокointенсивной импульсной ксеноновой лампой, увеличивающего сроки его хранения в холодильных шкафах в несколько раз. Опубликование представляемой статьи будет несомненно полезным.

Д-р техн. наук, профессор

А.М. Архаров


03.03.08

Д-р техн. наук, профессор

Н.П. Козлов


03.03.08

Увеличение сроков хранения скоропортящихся продуктов при их облучении высокоэффективным излучением сплошного спектра

И.А. ЖЕЛАЕВ, Ю.А. ШЕВИЧ, С.Г. ШАШКОВСКИЙ, Н.А. ПОЛИКАРПОВ
МГТУ им. Н.Э. Баумана

The results of preliminary irradiation of grapes bunches by high-intensity radiation of a pulsed xenon lamp are presented. The number of spoiled berries during 21 day storage period at 4 °C is approximately three times less, when the grapes were previously subjected to irradiation.

Продление срока хранения свежих фруктов и овощей без изменения их питательных свойств является актуальной задачей современной агротехники. Существующие методы длительного хранения фруктов и овощей (замораживание, обработка химическими окислителями и др.) приводят к изменению их потребительских свойств.

На сегодняшний день самый распространенный метод, позволяющий снизить потери и сохранить качество продукции растительного происхождения, – холодильное хранение при оптимальных температурах. Но даже в этом случае срок хранения фруктов не превышает 5 – 10 сут. При этом одной из основных причин порчи свежих фруктов является поражение поверхности плодов микроорганизмами, в первую очередь плесневыми грибами. Наиболее часто обеззараживают поверхность фруктов с помощью жидких антисептиков или обработкой газами

(озон, этилен), но эти методы токсичны для персонала и потенциально экологически опасны. Облучение фруктов ультрафиолетовым излучением бактерицидных ламп малоэффективно по отношению к грибковой микрофлоре.

Целью данной работы являлось исследование изменения сроков хранения винограда в гроздях, облученного высоконтенсивным излучением сплошного спектра импульсной ксеноновой лампы [1].

Аппаратура и методика проведения экспериментов

Объектом изучения был выбран белый виноград, как продукт, обладающий малыми сроками хранения. В качестве тест-микроорганизмов использовали штаммы грибов рода *Botrytis*, которые являются наиболее распространенной и устойчивой к ультрафиолетовому (УФ) излучению формой микрофлоры в естественной среде на виноградниках [2].

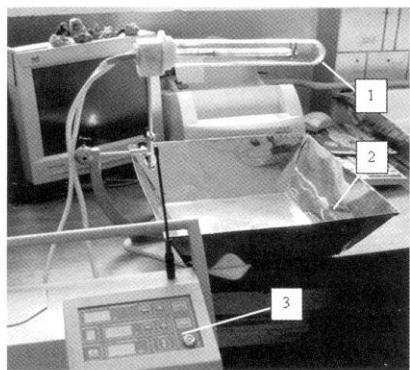


Рис. 1. Схема облучения исследуемых тест-объектов импульсным УФ-излучением:
1 – импульсная ксеноновая лампа ФК 22/150;
2 – алюминиевый зеркальный поддон; 3 – пульт управления установки «Альфа-01»

Цикл экспериментальных исследований проводился в 2 этапа: исследование активности импульсного УФ-излучения по отношению к грибам рода *Botrytis* в споровой форме, определение пороговых энергетических доз для облучения продукции и последующая оценка сроков хранения гроздей винограда до и после их облучения.

Облучение тест-объектов проводилось с помощью импульсной ксеноновой лампы 1 (рис. 1) U-образной формы с длиной излучающего канала 2 × 150 мм, заключенной в кварцевый чехол диаметром 50 мм. Питание лампы осуществлялось от серийной установки «Альфа-01» 3, которая обеспечивала следующие светотехнические характеристики импульсной ксеноновой лампы:

Спектр излучения (сплошной), нм	200...700
Импульсная мощность излучения лампы, кВт	1200
Частота следования импульсов света, Гц	2,5
Средний бактерицидный поток, Вт	30
Длительность импульса света на полувысоте, мкс	85

Средняя электрическая мощность лампы составляла 1000 Вт. Время экспозиции тест-объектов задавалось на пульте установки 3. Грозди винограда и чашки Петри, контаминированные культурой грибов, размещались на расстоянии 400 мм от центра лампы 1 в алюминиевом зеркальном поддоне 2, что позволило проводить облучение гроздей винограда симметрично с боковой и фронтальной поверхностей. Грозди винограда облуча-

лись с двух противоположных сторон с одинаковой экспозицией. Размеры поддона 2 составляли 200 × 200 мм, боковые стенки шириной 150 мм образовывали угол 135° с дном. Неравномерность облучения рабочей поверхности поддона не превышала 6% за счет удаления лампы на расстояние 40 см.

В экспериментах *in vitro* питательную среду картофельного агара (dextrose agar) каплей объемом 10 мкл в стерильной чашке Петри контаминировали спорами гриба вида *Botrytis cinerea* в количестве 10⁵, 10⁶ и 10⁷ спор. Далее капля подсыхала. Посев и облучение контаминированных чашек проводились с расстояния 400 мм в стерильном боксе. Время экспозиции при облучении составляло 10, 30, 60, 120, 180 и 500 с. Каждый опыт дублировался на трех чашках Петри.

Облученные и контрольные (необлученные) чашки Петри выдерживали при температуре 20...25 °C в течение 15 дней и спустя 3 сут после проведения опыта контролировали ежедневно. Режимы облучения, при которых после 15 сут выдержки не наблюдалось роста грибов (100%-ная эффективность), рекомендовали для проведения дальнейших исследований.

В экспериментах *in vivo* с гроздями белого винограда последовательность действий была следующей.

➤ В розничной сети был приобретен ящик белого винограда массой 15 кг (срок хранения неизвестен). Из тары извлекали одну гроздь винограда, проводили ее визуальный осмотр, удаляли гнилые ягоды. От грозди отделяли контрольную часть, которую не подвергали облучению.

➤ Гроздь винограда располагали в центре поддона под импульсной ксеноновой лампой на расстоянии 40 см от нее.

➤ Облучение с экспозицией 30, 180 или 500 с проводили с двух противоположных сторон (гроздь один раз переворачивалась на 180° вдоль оси). Каждый режим обработки повторяли 3 раза.

➤ Облученную гроздь ножницами разделяли на две одинаковые по размеру части и упаковывали в специальные полиэтиленовые мешки с перфорацией, обеспечивающие требуемую влажность.

➤ Один из двух мешков с виноградом помещали в холодильник с температурой 4 °C, а другой – в термостат при 25 °C.

➤ Контроль за сохранностью винограда, находящегося в термостате, проводили в течение 10 сут, находящегося в холодильнике – в течение 4 недель, после чего его переносили в термостат для ускорения процесса порчи.

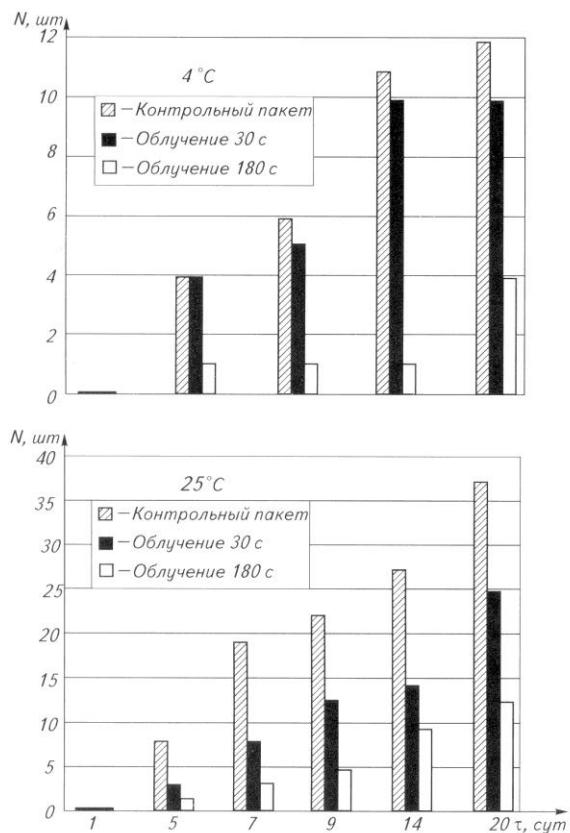


Рис. 2. Динамика роста числа испорченных ягод винограда N при хранении при температурах 4 и 25 °С и их внешний вид через 21 день хранения в холодильнике при 4 °С после облучения в течение 30 с и 500 с

Результаты исследований

Анализ исследований *in vitro* показывает, что уже 30- секундная экспозиция обеспечивает подавление роста спор гриба вида *Botrytis cinerea* при их низких концентрациях (10^3 спор). Полное подавление роста и развития спор гриба вида *Botrytis cinerea* на всех облученных чашках в диапазоне исходного заражения $10^3 - 10^7$ спор наблюдалось при экспозициях 180 с и более (100%-ное обеззараживание).

Для проведения исследований *in vivo* (непосредственно на гроздях винограда) были выбраны следующие режимы облучения:

- облучение в течение 180 с, при котором наблюдается 100%-ное обеззараживание спор гриба при высоких значениях контаминации;
- облучение в течение 30 с, при котором наблюдается 100%-ное обеззараживание спор гриба при низких значениях контаминации;
- облучение в течение 500 с предполагает трехкратную передозировку излучения, в результате чего может проявляться деструктивное действие высокоинтенсивного излучения на поверхности ягоды, которое не было

выявлено при органолептическом контроле вкусовых показателей ягод.

Обобщенные результаты визуального наблюдения и количественного учета числа ягод с признаками порчи приведены на рис. 2. Наблюдения проводили ежедневно без вскрытия пакетов в течение 33 сут.

Видно, что по сравнению с контрольной группой после 180-секундного облучения число ягод с признаками порчи сократилось в 7 раз, после 30-секундного – в 3,4 раза.

Результаты определения продолжительности хранения винограда после УФ-облучения показали, что наименьшее количество испорченных ягод к 21-м суткам эксперимента наблюдалось при температуре хранения 4 °С и времени облучения 180 с (4 ягоды с небольшими следами порчи) и 500 с (5 ягод с небольшими следами порчи). После 30-секундного облучения следы порчи обнаружены на 11 ягодах. В контрольном пакете с необлученным виноградом следы порчи обнаружены у 14 ягод.

На 33-и сутки хранения винограда при 4 °С эксперимент был прекращен, пакеты с гроздями винограда

были вскрыты, произведены фотосъемка и общий учет результатов исследований.

Наименьшие потери при данном режиме хранения винограда наблюдались после 500-секундного облучения (11 % от контрольных, необлученных ягод). После 180-секундного облучения число ягод с признаками порчи составляло 14 %, а после 30-секундного – 19,2 %.

Таким образом, по сравнению с контрольной группой после 500-секундного УФ-облучения к 33-м суткам эксперимента число ягод с признаками порчи сократилось в 3 раза, после 180-секундного – в 2,3 раза, а после 30-секундного – в 1,7 раза.

При хранении винограда при 25 °C к 21-м суткам эксперимента количество испорченных ягод распределялось следующим образом: наименьшее число испорченных ягод отмечено при 180-секундном режиме УФ-облучения 12 ягод (13 %). На втором месте был 30-секундный режим облучения – 26 ягод (21 %).

В связи с тем что к 21-м суткам эксперимента большинство ягод, хранившихся при 25 °C, потеряли товарный вид и имели признаки порчи, дальнейшее их хранение в данных условиях было признано нецелесообразным.

Результаты экспериментальных исследований по

оценке сроков хранения винограда при облучении грозд демонстрируют снижение количества испорченных ягод в 3 и более раза. Причем эти результаты были получены на плодах винограда с неопределенным сроком хранения и возможным наличием в грознях ягод со следами порчи малых размеров. Очевидно, что наличие микроповреждений сокращает сроки хранения и эффективность действия высокointенсивного излучения, так как естественное прорастание мицелий уже могло достигнуть внутренних объемов ягод.

Без обработки виноград при комнатной температуре имеет в 3 раза меньший срок хранения, чем при температуре 4 °C, обеспечивающей максимальный срок хранения 5 – 10 сут. Предварительная обработка гроздей винограда импульсным УФ-излучением позволяет увеличить общий срок хранения винограда при 4 °C в 3 и более раза.

Список литературы

1. Камруков А.С., Козлов Н.П., Шашковский С.Г. Новые биоцидные ультрафиолетовые технологии и аппараты для санитарии, микробиологии и медицины // Безопасность жизнедеятельности. 2003. № 1.
2. «Энциклопедия виноградарства». – Кишинев: МСЭ, 1986 – 1987.