

КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ФРУКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ

*Шаталова Н.И. аспирант, Карастоянова О.В.,
Шишкина Н.С., канд. биол. наук*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования» – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Видное

Аннотация. Представлены результаты исследований эффективности применения комплексной обработки фруктов ионизирующими излучениями (γ -излучением) для ингибирования фитопатогенной микрофлоры, сокращения потерь, увеличения сроков хранения и регулирования процессов послеуборочного созревания.

Новизной исследования является комплексное использование облучения, холодильного хранения и модифицированной газовой среды, создаваемой за счет применения полимерной упаковки с избирательной газопроницаемостью.

Проблема сохранения плодоовощной продукции остается актуальным направлением промышленного производства, обеспечивающим создание резервов продовольствия.

Однако существующее состояние сферы хранения не ликвидирует потери свежих фруктов и овощей, которые достигают значительных размеров (до 15-40%), что требует совершенствования способов хранения для осуществления микробиологической безопасности плодоовощной продукции и ликвидации безвозвратных потерь продовольствия.

Нами разработана комплексная технология хранения фруктов (ягод, косточковых плодов) на основе ингибирования патогенной микрофлоры путем применения обработки сырья ионизирующими излучениями (γ -лучи) и холодильного хранения в модифицированной газовой среде.

В качестве объектов исследования были выбраны фрукты: косточковые плоды вишни, ягод черной смородины.

Важнейшим элементом технологии является применение радиационной обработки ионизирующим излучением в диапазоне доз (1 - 3 кГр).

Радиационную обработку проводили на стационарной гамма-установке дозами 1- 3 кГр. Радиационная обработка продуктов предусматривает воздействие гамма-излучением от источников кобальт-60 и цезий-137 или ускоренных электронов с энергией квантов не выше 10 Мэв с целью антисептирования и продления сроков хранения.

Радиационный способ обработки пищевых продуктов характеризуется достаточной универсальностью, его можно применять для широкого ассортимента сельскохозяйственной продукции в любой упаковке. За счет радиационного подавления жизнедеятельности патогенной микрофлоры создается возможность повышения безопасности пищевой продукции [1-5].

Выявлены основные перспективные направления использования радиационных методов в системе АПК [1-6], основанные на направленном воздействии ионизирующих излучений на различные физиолого-биохимические процессы с целью повышения сохранности, в т.ч.:

- повышение сохранности различных пищевых продуктов (фрукты, овощи, мясо, рыба и др.) за счет ингибирования патогенной микрофлоры;
- подавление прорастания картофеля, лука, корнеплодов;
- задержка или стимулирование созревания фруктов и овощей;
- обеззараживание зерна и плодоовощной продукции;
- дезинсекция специй и сушеных овощей;
- карантинная инспекция фруктов и др.

В 2015 г разработан ГОСТ 33340-2015 «Пищевые продукты, обработанные ионизирующим излучением. Общие положения».

В большей мере стимулируется обработка ионизирующими излучениями растительной продукции (до 90 % от объемов выпуска в мире), в том числе специй, сухих овощей, свежих овощей, фруктов и др. [1-6].

Современный мировой рынок услуг по облучению продуктов питания и сельскохозяйственной продукции оценивается на сумму более 2 млрд. долл. США. Общий годовой объём облучённой продукции в мире на сегодняшний день оценивается в 700-800 тыс. т. [1].

В настоящее время для радиационной обработки пищевых продуктов разрешено применять установки со следующими видами ионизирующего излучения [2]:

- электронное излучение с энергией не более 10 МэВ;
- γ -излучение искусственно произведённого радиоизотопа ^{60}Co (период полураспада $T_{1/2}=5,27$ года, энергия $E=1,25$ МэВ). Кобальт получают в ядерном реакторе при реакции $^{59}\text{Co} + n \rightarrow ^{60}\text{Co} + \gamma$;
- γ - излучение радиоизотопа ^{137}Cs ($T_{1/2}=30,17$ года, $E=0,66$ МэВ), который выделяют из продуктов реакции деления, осуществляемой в ядерном реакторе;
- тормозное излучение, генерируемое электронными ускорителями с энергией не более 5 МэВ.

Установлено, что облучение γ -лучами или ускоренными электронами дозами свыше 1 кГр подавляет жизнедеятельность фитопатогенной микрофлоры фруктов и овощей [3]. Однако режимы летального действия на характерную микрофлору достаточно велики (до 3-15 кГр) и вызывают ряд отрицательных функциональных изменений в растительных тканях.

Так, пострадиационное подавление роста и развития характерных возбудителей заболеваний фруктов сопровождается ослаблением устойчивости растительных тканей к микроорганизмам [4,5]. Степень радиационного воздействия возрастает с увеличением дозы и мощности излучения, вида патогена, температуры хранения и других факторов.

Учитывая многофакторность процесса послеуборочного хранения растительной продукции нами, при оптимизации технологии, выбран путь сочетания γ -обработки с воздействием на сырьё, модифицированной газовой среды (МГС) и условий охлаждения. Известно, что МГС замедляет процессы послеуборочно-

го дозревания, сохраняет высокий уровень устойчивости растительных тканей к возбудителям микробиологической порчи [3].

Это дает основание к использованию этого вид обработки для ослабления пострадиационных изменений.

Исследования жизнеспособности микрофлоры фруктов, сохраняемых в полимерных упаковках из полиамида (толщиной 80 мкм) после радуризации (облучение дозами 1-3 кГр) показали, что у фруктов (вишни и ягод черной смородины) отмечается интенсивное ингибирование поверхностной микрофлоры: бактерий и особенно плесеней и дрожжей, которые наиболее характерны при их порче (таблица 1).

Таблица 1

Антисептический эффект комплексной технологии обработки и хранения вишни с применением радуризации, газовой среды и полипропиленовых упаковок при холодильном хранении

Варианты	Количество КМАФАнМ, КОЕ в 1г продукта	Количество плесневых грибов, КОЕ в 1г продукта	Количество дрожжей, КОЕ в 1г продукта	E. coli, КОЕ в 1г продукта
Вишня 1 сутки после облучения				
Контроль, без облучения	$1,3 \cdot 10^1$	$0,9 \cdot 10^2$	$4,0 \cdot 10^2$	Не обнаружено
γ -облучение 1 кГр	$0,3 \cdot 10^1$	$<1,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$	Не обнаружено
γ -облучение 3 кГр	$0,1 \cdot 10^1$	$<0,1 \cdot 10^1$	$<0,1 \cdot 10^1$	Не обнаружено
Вишня 14 сутки после облучения				
Контроль, без облучения	$3,6 \cdot 10^2$	$0,9 \cdot 10^1$	$5,0 \cdot 10^3$	Не обнаружено
γ -облучение 1 кГр	$4,0 \cdot 10^1$	$0,8 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	Не обнаружено
γ -облучение 3 кГр	$<0,1 \cdot 10^1$	$<0,1 \cdot 10^1$	$0,1 \cdot 10^1$	Не обнаружено

Кроме инфекционной нагрузки основополагающими факторами лежкости фруктов являются характеристики устойчивости к возбудителям заболевания и специфики функциональных процессов созревания и старения растительных тканей [4].

Обработка ионизирующими излучениями, как установлено ранее нами и другими исследователями, сразу после воздействия приводит к снижению устойчивости к фитопатогенам, которое нивелируется в сравнении с контролем при созревании сырья, а также вызывает некоторые структурные изменения (размягчение тканей и др.) [4,5].

Исследования показали, что наиболее высокий уровень антисептирования обеспечивается в исследуемых образцах вишни сразу после радуризации и сохраняется на протяжении всего периода хранения, тогда как контроль остается более обсемененным к концу хранения.

Установлено, что применение радиационной обработки эффективно для малолежкой плодоовощной продукции, так как пострадиационное ослабление

устойчивости у этих растительных объектов к факультативным паразитам проявляется в меньшей степени, и состояние пониженной устойчивости у них сохраняется на непродолжительный промежуток времени, соответствующий значительному пострадиационному подавлению жизнедеятельности их поверхностной микрофлоры фруктов.

Создание модифицированной газовой среды для хранения обеспечивалось в результате процесса дыхания сырья (поглощения O_2 , выделение CO_2), сохраняемого в упаковках из полимерных материалов, и избирательной газопроницаемости упаковочного материала при принятом температурном режиме холодильного хранения при температуре 4...6 °С. Указанное комплексное воздействие позволяет задержку процессов послеуборочного созревания и старения тканей [1-3].

В результате комплексного воздействия в первые сроки хранения (1-ый этап до 5-7 суток) было отмечено интенсивное выделение фруктами CO_2 и снижение поглощения O_2 (рисунок 1, 2), наиболее значительно проявляющееся с увеличением дозы облучения сырья. Это обеспечило формирование газовой среды с повышенным содержанием CO_2 (5-15 %) в сравнении с контролем (7-10 % CO_2).

На следующем этапе (2 этап от 5-7 до 14-22 суток) отмечалась стабилизация выделения CO_2 в облученных образцах. В тоже время в контрольном варианте в результате прохождения процесса созревания значительно увеличивалась интенсивность дыхания. Содержание CO_2 на терминальном участке хранения у косточковых фруктов становится выше, чем у облученных фруктов. Указанные изменения свидетельствуют о задержке процесса созревания облученных фруктов (рис. 1,2).

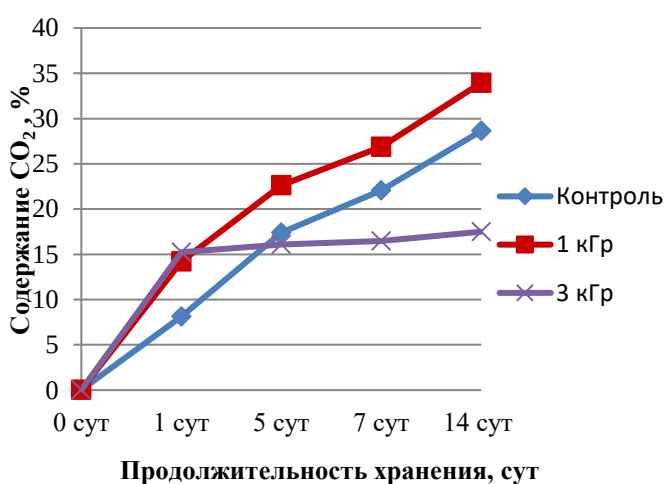


Рисунок 1. Изменение содержания CO_2 (%) в МГС при холодильном хранении вишни в упаковках в пострадиационный период



Рисунок 2. Изменение содержания O_2 (%) в МГС при холодильном хранении вишни в упаковках в пострадиационный период

Одновременно при облучении изменяется содержание растворимых сухих веществ. Сразу после радиационной обработки их содержание значительно

сокращается (рис. 3), данные изменения сглаживаются в процессе хранения (после 8 суток).

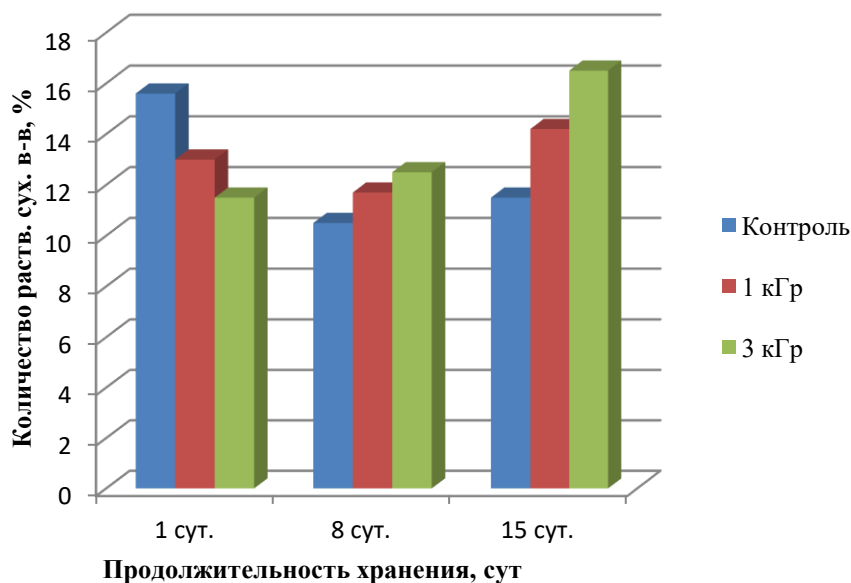


Рисунок 3. Изменение содержания растворимых сухих веществ при хранении вишни

Было установлено, что в результате применения радиационной обработки ионизирующими излучениями потери от порчи и убыли массы фруктов (вишни и черной смородины), сохраняемых в полимерных упаковках и условиях охлаждения (4-5 °С) снижаются в 3-5 раз, обеспечивается сохранение высоких органолептических показателей продукции. Исследованный комплексный метод хранения может рассматриваться как перспективный путь для снижения потерь малолезжких фруктов в период послеуборочного хранения.

Литература

1. Алексахин Р.М., Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Гераськин С.А., Павлов А.Н. Перспективы использования радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Сельское хозяйство. – 2014. - №1. - С. 78-85.
2. Farkas J. Mohachi-Farkas C. History and future of food irradiation // Sci and Tech.. – 2011. – V.22, #11. - P.121-126.
3. Петров А.Н., Шишкина Н.С., Карастоянова О.В., Ключева О.А., Левшенко М.Т. Применение ионизирующих излучений для оптимизации технологии холодильного хранения плодоовощной продукции// Холодильная техника. -2015. - №11. - С.51-54.
4. Шишкина Н.С. Хранение плодов и овощей в зонах производства. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991.- 126 с.
5. Фрумкин М.Л., Ковальская Л.П., Гельфанд С.Ю. Технологические основы радиационной обработки пищевых продуктов. – М., 1973. - 406 с.

6. Венгер К.П. Экспериментальные исследования процесса и технологии быстрого охлаждения растительной продукции с использованием газообразного азота/ К.П. Венгер, В.И. Попков, О.А. Феськов, Н.С. Шишкина, О.В. Карастоянова, Н.И. Шаталова // Вестник Международной академии холода. – 2017. - №4. – С. 66-74.