

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНТИСЕПТИРОВАНИЯ

Шишкина Н.С. канд. биол. наук, Карастоянова О.В., Шаталова Н.И.,
Борченкова Л.А., Степанищева Н.М. канд. техн. наук, Глазков С.В.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
технологии консервирования», г. Видное

Аннотация. Приведены результаты исследований по разработке комплексной технологии холодильного хранения овощей и фруктов с применением модифицированной газовой среды и обработки ионизирующими излучениями (γ -лучи, ускоренные электроны) с целью антисептирования и продления сроков предреализационного хранения при сокращении потерь в 3-5 раз.

Ключевые слова: овощи, фрукты, комплексные технологии хранения, ионизирующие излучения, радиационное антисептирование, газовая среда.

Проблема повышения сохранности качества и микробиологической безопасности растительной продукции является важнейшей составляющей системы питания человека и неотъемлемо связана с совершенствованием методов регулирования процессов послеуборочного хранения фруктов, овощей и ингибированием фитопатогенной микрофлоры.

Существующие средства воздействия (охлаждение, модифицирование состава газовой среды, антисептическая обработка и др.) не предотвращают потерь растительного сырья при хранении особенно в предреализационный период. Это предопределило наш выбор комплексного подхода к оптимизации процесса предреализационного хранения фруктов и овощей, который в практических условиях не превышает 3 суток.

Исходя из аспектов воздействия различных факторов изучена эффективность их совместного применения для продления сроков предреализационного хранения свежих овощей (морковь, томаты, перец, редька) и фруктов (ягод черной смородины, вишни).

Для создания модифицированной газовой среды использовали упаковки из отечественной полиамидной пленки с барьерными свойствами, толщиной 70-80 мкм. Холодильное хранение проводили в условиях охлаждения при температуре 4-6 °С. Взамен применения антисептических средств химической природы, часть которых далеко небезопасна для потребителей, применяли метод обработки сырья ионизирующими излучениями, от источников кобальт-60 и цезий-137 или ускоренными электронами с энергией квантов не выше 10 МэВ с целью антисептирования и продления сроков хранения.

Радиационный способ обработки (ионизирующие излучения) пищевых продуктов характеризуется достаточной универсальностью, его применяют для широкого ассортимента продукции в любой упаковке, обеспечивает высокий уровень антисептирования пищевой продукции. За счет радиационного подав-

ления жизнедеятельности патогенной микрофлоры создается возможность повышения безопасности продукции [1-5]. Качество продукции сохраняется даже при более высокой, чем обычно принято, температуре хранения. Следовательно, создается возможность для экономии холода [2-4].

По результатам многолетних исследований в рамках Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО ООН) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) подтверждена эффективность и безвредность использования в пищу облученных свежих фруктов, овощей и картофеля при мощности облучения не более 10 МэВ [1-6].

При комплексном воздействии указанных факторов исследовали ряд специфических изменений в растительном сырье в процессе хранения в полимерных упаковках. В результате облучения (дозой 2-3 кГр) в пострadiaционный период наблюдалось возрастание интенсивности дыхания растительных тканей с увеличением выделения CO_2 и поглощения O_2 . С учетом процесса дыхания сырья и газопроницаемости пленочного материала внутри упаковок формировалась газовая среда с повышенным содержанием CO_2 (5-10%) и пониженным O_2 (до 10-12%). В отсутствие облучения (контроль) повышение объемной концентрации CO_2 наблюдалось в более поздние сроки хранения (6-10 суток).

Радиационная обработка дозами 2-3 кГр и состав газовой среды задерживали процессы созревания и старения растительных тканей. Отмечено сокращение накопления каротиноидов в 1,3-2 раза. Отмечено пострadiaционное размягчение тканей в результате перехода протопектина в растворимый пектин. Различия с контролем сокращались в процессе хранения в результате более быстрого созревания контрольных образцов. Отмечено изменение сахарокислотного коэффициента и высокое сохранение органолептических показателей опытных партий.

Проведенные исследования установили (Таблица 1) высокую эффективность применения радиационной обработки (γ -лучи, ускоренные электроны) в комплексе с использованием полимерных упаковок и различных холодильных систем при охлаждении овощей и фруктов для повышения их качества и безопасности.

Таблица 1

Антисептический эффект комплексной технологии хранения моркови с применением ионизирующих излучений, газовой среды (в полимерных упаковках) и условий охлаждения

№ п/п	Варианты	Количество МА-ФАНМ, КОЕ в 1 г продукта		Количество плесневых грибов, КОЕ в 1 г продукта		Количество дрожжей, КОЕ в 1 г продукта	
		21 сут.	исх.	21 сут.	исх.	21 сут.	исх.
А) облучение ускоренными электронами							
1	Контроль	$5,8 \cdot 10^5$	$5,6 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^1$	$7,5 \cdot 10^1$	$1,1 \cdot 10^3$	$\square 0,1 \cdot 10^1$
2	3 кГр	$0,28 \cdot 10^1$	- // -	- // -	- // -	$\square 0,1 \cdot 10^1$	- // -
Б) облучение γ -лучами							
1	Контроль	$1,4 \cdot 10^8$	$4,0 \cdot 10^6$	$0,5 \cdot 10^1$	$6,0 \cdot 10^1$	$1,7 \cdot 10^5$	$\square 0,1 \cdot 10^1$
2	3 кГр	$1,2 \cdot 10^3$	- // -	$0,2 \cdot 10^1$	- // -	$2,2 \cdot 10^1$	- // -

Установлено, что при использовании радиационной обработки γ -лучами при исходной обсемененности овощей в диапазоне $10^1 \dots 10^3$ КОЕ/г количество жизнеспособных бактерий при дозе 1-3 кГр сокращается до уровня 0,005%...0,0004 % от исходного содержания (морковь резаная, перец резаный). При более высоком исходном уровне обсемененности ($10^7 \dots 10^8$ КОЕ/г) в соответствии с особенностями растительных объектов и специфики бактериальной микрофлоры у облученных дозой 3 кГр овощей остаточное количество жизнеспособных бактерий через 20 суток при 4-6°C хранения составило: у моркови резаной – 0,05%; у шпината – 0,002%; у томатов – 0,000005%.

По плесневой микрофлоре у различных видов овощей достаточно четко были выявлены свойства их субстратспецифичности при воздействии ионизирующими излучениями. Воздействие γ -излучения по подавлению жизнедеятельности конидий плесневых грибов (исходная обсемененность 10^1 КОЕ/г и 10^6 КОЕ/г) варьировало у различных видов сохраняемого сырья по остаточной обсемененности и составляет после 20 суток хранения (4...6°C) уровни соответственно от исходного: у томатов – 5,9%, перца сладкого резаного – 25%, у шпината – 60%, у моркови резаной – 40%, а у целой 10%.

Остаточное количество жизнеспособных клеток дрожжей на поверхности овощей характеризуется меньшим уровнем различий по субстратспецифичности овощей. Количество жизнеспособных дрожжей на поверхности облученных дозой 3 кГр овощей составило от 0,002 до 0,09% (резаная морковь, резаный перец, томаты). Несколько выше (до 14%) сохраняемость жизнеспособных клеток дрожжей у целых корнеплодов моркови (3 кГр).

Выявлен высокий эффект γ -облучения по степени ингибирования бактерий кишечной палочки, являющихся тестовым микроорганизмом для санитарно-гигиенической оценки качества растительного сырья. Количество выживших спор *E. coli* (доза 3 кГр) на период хранения (20 сут) от исходного составляло: 0,002% (шпинат), 0,005% (морковь резаная), 0,0004% (перец резаный).

Применение для антисептирования обработки овощей ускоренными электронами (доза 3 кГр) позволило сократить на поверхности овощей количество жизнеспособных бактерий до уровня 0,035-0,16% от исходного (морковь, перец) или до 1,11% (у томатов).

В отличие от характера воздействия ускоренные электроны подавляют более значительно, чем γ -лучи, жизнедеятельность конидий плесневых грибов. Остаточная микрофлора составила 1,3-10% от исходного (при γ -облучении 5,9 - 40%). В большей мере антисептическое действие ускоренных электронов на обсемененность плесневых грибов проявляется у моркови, томатов, меньше – у перца сладкого.

На обработанных ускоренными электронами овощах существенно подавляется развитие дрожжей, в т.ч. после 20 суток хранения до уровня 10% (перец).

Важным аспектом влияния комплексной технологии овощей является физиолого-биохимические изменения в процессах жизнедеятельности сырья, при хранении в полиамидных упаковках (толщиной 80 мкм).

У овощей (перец сладкий, зеленый) отмечалось через 3-5 суток после облучения формирование газовой среды, параметры которой составляли 6-15% CO₂ и 11-12% O₂. У контрольных плодов состав газовой среды в упаковке за этот период достигал только 1,5-3,5 % CO₂ и 11% O₂, что снижало антисептическое действие среза контрольного варианта.

Комплексное воздействие выбранных факторов (облучение, газовая среда, охлаждение) проявилось в замедлении процессов послеуборочного дозревания (дозы 2-3 кГр). Отмечено размягчение растительных тканей сразу после облучения, которое, однако, нивелировалось по сравнению с контролем, в результате более быстрого созревания контрольных плодов (рис. 1). Обработка γ -лучами замедляла формирование красящих веществ (каротиноидов), сохраняла высокий уровень органолептической оценки качества.

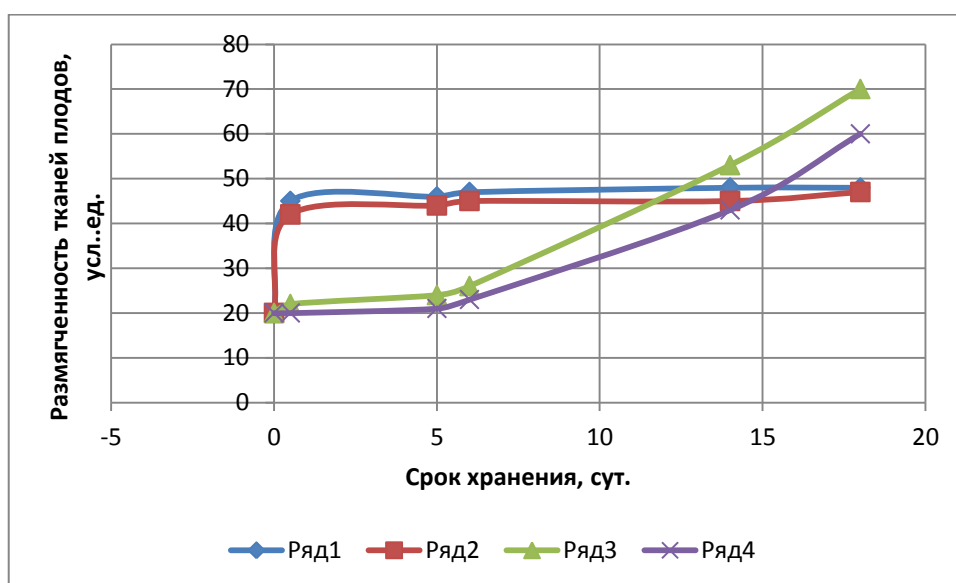


Рис. 1. Влияние ускоренных электронов и упаковок из полиэтилена и полиамида на изменение плотности тканей плодов перца при хранении 4-6°С: 1 – облученные плоды в упаковке из полиэтилена, 2 – облученные плоды в упаковке из полиамида, 3 – плоды в упаковке из полиэтилена без облучения и холода, 4 – плоды в упаковке из полиэтилена без облучения (с охлаждением).

По результатам исследований установлено, что применение обработки сырья γ -лучами или ускоренными электронами (дозы 1-3 кГр) в комплексе с модифицированием состава газовой среды (упаковка сырья в полиамидные пакеты) ингибирует патогенную микрофлору, сокращает потери от порчи и убыли массы в 3-5 раз продляет сроки предреализационного хранения томатов, перца, корнеплодов до 15-30 суток, ягод до 10-15 суток.

Пути практического использования радиационной обработки овощей и фруктов в РФ при хранении имеют достаточные основания [1-6].

В РФ организован выпуск отечественных ускорителей электронов, которые имеют возросший спрос в мировой практике (Китай и др.).

В 2015 г введен в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 33340-2015 «Пищевые продукты, обработанные ионизирующим излучением. Общие

положения».

Расширяются сферы использования радиационной технологии в мире. В настоящее время функционирует более 200 центров по облучению пищи, 70% из них действуют в Китае и США. В 69 странах мира разрешено облучение более 80 видов пищевых продуктов [1, 2, 3, 6].

Наиболее интенсивно осваиваются радиационные технологии в США (99 центров) и Китае (79 центров). По прогнозам мировой рынок по производству облученных пищевых продуктов к 2020-2030 гг. достигнет 4,8-10,9 млрд долл. США [1, 2, 6].

В РФ в 2017 г. намечается ввод в действие первого промышленного центра по радиационной обработке пищевой и сельскохозяйственной продукции (ООО «Теклеор», Обнинск), что позволит расширить возможности освоения в стране радиационных пищевых технологий.

Литература

1. Алексахин Р.М., Санжарова Н.И., Козьмин Г.В. и др. Перспективы использования радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Сельское хозяйство.- 2014. - №1. - С.78-85.
2. Джеймс Джей, Мартин Дж.Лёсснер, Дэвид А.Гольден. Современная пищевая микробиология. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. -887 с.
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. Фрумкин М.Л., Ковальская Л.П., Гельфанд С.Ю. Технологические основы радиационной обработки пищевых продуктов. - М., 1973. - 406 с.
5. Чиж Т.В., Козьмин Г.В. и др. Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности // Вестник Российской Академии естественных наук. – 2011. - № 4. - С.44-49.
6. Farkas J. Mohachi-Farkas C. History and future of food irradiation // Sci and Tech. – 2011. – V.22,#11. - P.121-126.