

УДК 634.1.076, 664.8.03, 664-4

DOI: 10.46548/21vek-2020-0952-0016

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОХРАНЕНИЯ ЯБЛОК НА ИХ ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ

© 2020

Тимакова Роза Темерьяновна, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры пищевой инженерии

*Уральский государственный экономический университет**(620144, Россия, Екатеринбург, улица 8 марта/Народной воли, 62/45, e-mail: trt64@mail.ru)*

Аннотация. Сохраняемость и качество пищевой продукции определяется применяемыми технологиями хранения. По результатам комплексного исследования установлено, что применение ионизирующего излучения дозой 1 кГр при закладке яблок на хранение и последующего хранения в регулируемой газовой среде с объемными долями кислорода, двуокиси углерода и азота соответственно 3,0%, 3,5% и 93,5% обеспечивает пролонгацию сроков хранения до 8 мес свежих яблок помологического сорта «Ренет Платона Симиренко» в результате хорошей лежкоспособности за счет снижения транспирации, низких показателей естественной убыли (до 2,29%) и микробиологической обсемененности, по сравнению с хранением в воздушной среде (срок хранения – 5 мес), в РГС – до 7 мес, после обработки ионизирующим излучением и последующим хранением в воздушной среде – до 6 мес. При хранении в РГС обработанных ионизирующим излучением плодов яблок, достигших потребительской степени зрелости, определены высокие показатели твердости мякоти (8,5 кг/см²) при незначительном размягчении плодов за счет увеличения содержания пектиновых веществ (на 0,41%). В результате расхода энергии на жизнедеятельность плодов отмечена тенденция к снижению содержания сахаров и органических кислот (кислотность) в процессе хранения обработанных ионизирующим излучением и хранящихся в РГС яблоках на 0,29% и 0,18% соответственно в отличие от других способов хранения – при хранении в воздушной среде на 0,44% и 0,22% соответственно, при хранении в РГС – на 0,39% и 0,19% соответственно и при хранении в воздушной среде обработанных ионизирующим излучением яблоках – 0,35% и 0,20% соответственно. Выявлена тенденция к снижению содержания аскорбиновой кислоты при всех способах хранения, в тоже время в яблоках, обработанных ионизирующим хранением на этапе его закладки на хранение и при последующем хранении в РГС, витамин С сохранился лучше (до 70,5%).

Ключевые слова: яблоки, естественная убыль, степень зрелости, воздушная среда, РГС, ионизирующее излучение, лежкоспособность.

THE IMPACT OF TECHNOLOGY PRESERVATION OF APPLES IN THEIR KEEPING QUALITY

© 2020

Timakova Roza Temer'janovna, candidate of agricultural Sciences, associate Professor of food engineering
Ural state University of Economics

(620144, Russia, Ekaterinburg, street March 8/People's will, 62/45, e-mail: trt64@mail.ru)

Abstract. The preservation and quality of food products is determined by the storage technologies used. According to the results of a comprehensive study of the use of ionizing radiation dose of 1 kGy at the laying of the apples in storage, followed by storage in controlled atmosphere with a volume fraction of oxygen, carbon dioxide and nitrogen respectively 3,0%, 3,5% and 93.5% and serves to prolong the storage time to 8 months fresh apples pomological varieties of «Renet Simirenko Plato» as a result of good keeping quality due to the reduction of transpiration and low rates of natural attrition (to 2.29%) and microbiological contamination, compared with storage in the air (storage period - 5 months), in CSG – up to 7 months, after treatment with ionizing radiation and subsequent storage in the air – up to 6 months. When storing apples treated with ionizing radiation that have reached consumer maturity, high indicators of pulp hardness (8.5 kg/cm²) were determined in the CSG, with a slight softening of the fruit due to an increase in the content of pectin substances (by 0.41%). As a result of energy consumption for the vital activity of fruits, there is a tendency to reduce the content of sugars and organic acids (acidity) in the storage process of apples treated with ionizing radiation and stored in CSG by 0.29% and 0.18%, respectively, in contrast to other storage methods – when stored in the air by 0.44% and 0.22%, respectively, when stored in CSG – by 0.39% and 0.19%, respectively, and when stored in the air of apples treated with ionizing radiation – 0.35% and 0.20%, respectively. There was a tendency to decrease the content of ascorbic acid in all storage methods. at the same time, vitamin C was preserved better (up to 70.5%) in apples treated with ionizing storage at the stage of its storage and subsequent storage in CSG.

Keywords: apples, natural decline, degree of maturity, air environment, CSG, ionizing radiation, keeping capacity.

Введение. Согласно Стратегии экономической безопасности РФ на период до 2030 года, разработка и внедрения современных промышленных технологий является одним из направлений государственной политики.

Пищевые продукты растительного происхождения

являются ценными источниками водорастворимых витаминов, органических кислот, флавоноидов и дубильных веществ, участвующих в физиологических процессах организма человека.

Яблоки относятся к наиболее распространенной в России плодовой культуре. В 2019 году в хозяйствах

всех категорий был собран рекордный урожай яблок – около 1,7 млн. т. Лидером по сбору яблок является Краснодарский край – на его долю приходится более 30% всего собранного урожая [1]. Применяемые способы сохранения свежих яблок, которые относятся к дышащей продукции с высокой биохимической метаболической активностью и соответственно требующей особых условий хранения, должны обеспечить их сохраняемость на этапах сбора, транспортировки и хранения.

Применение агроэкологических технологий и биотехнологических приемов при выращивании яблок позволяет получать продукцию высокого качества, в том числе и как органической продукции согласно требований Федерального закона РФ от 03.08.2018 № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». При этом продолжительность хранения яблок, по мнению [2], зависит от помологического сорта и предуборочной обработки. Для круглогодичного снабжения населения страны свежей продукцией необходимо учитывать различные факторы сохранения, т.к. потери при хранении связаны с физиологическим состоянием плода на момент съема и закладки яблок на хранение. Несбалансированное соотношение сахаров и кислот при раннем съеме приводит к понижению устойчивости плодов к загару и ухудшению органолептических показателей. При позднем съеме начинается процесс старения и снижается плотность мякоти [3]. По данным [1,4] около трети собранного урожая яблок теряется в период длительного хранения в плодохранилищах, еще четверть потерь приходится на потери в процессе их краткосрочного хранения в условиях розничной торговли. Естественная убыль образуется при хранении в результате физического процесса испарения воды (две трети от всех потерь) и за счет вовлечения сухих растворимых веществ в протекающие в яблоках физиологических процессах при хранении [5].

В процессе хранения за счет протекающих в плодах физических, биохимических и химических процессов происходит активизация окислительных процессов и гидролитического распада органических соединений, что приводит к уменьшению содержания таких пищевых нутриентов, как витамины, органические кислоты, дубильные вещества и флавоноиды. В процессе дыхания возможно увеличение температуры плодов, что способствует микробной порче [6]. Для разных помологических сортов требуется подбор температурного режима хранения, который является важнейшим регулятором жизнедеятельности и сохранности плодов [7,8] и в тоже время часто выступает как сопутствующий фактор при других способах хранения плодовой продукции.

В промышленных масштабах наиболее распространены физические способы, обеспечивающие на молекулярном, клеточном и межклеточном уровне протекание биохимических процессов при воздей-

ствии температур, удалении влаги, обработки давлением, ионизирующим излучением, инфракрасными лучами и др., а также подавление и прекращение жизнедеятельности микроорганизмов, и способы, основанные на факторах химического воздействия, при хранении в газовой среде. Охлаждение в воздушной среде или в других газовых средах наиболее распространено за счет их универсальности и простоты.

Установлено, что в процессе хранения зимних яблок в воздушной среде происходит повышение содержания аскорбиновой кислоты, увеличение концентрации моносахаров на 7-10%, снижение содержания органических кислот (кислотности) на 12-59% и твердости мякоти яблок на 13,5-19,3% [9].

Основная цель при осуществлении хранения, по мнению [10], определяется созданием таких условий хранения, когда в результате продолжающейся жизнедеятельности яблок возможно снижение скорости процесса дыхания и медленного созревания плодов без снижения потребительских свойств, т.е. поддержание естественной лежкости плодов, за счет совокупного влияния факторов температурного режима и регулируемой атмосферы для защиты от функциональных и микробиологических заболеваний и подавления процесса гниения, вызванного энзиматическими спорами.

Применение различных газовых сред (N_2 , CO_2 , Ar); регулируемой газовой среды (РГС) или модифицированной газовой среды (МГС) позволяет инактивировать микробную среду. При применении РГС требуется осуществление контроля за постоянным поддержанием заявленных концентраций воздушной среды.

При применении метода РГС позволяет улучшить внешнего вида, уменьшить естественную убыль и увеличить сроки годности [11], при этом, по мнению [12], газовые среды подбираются с определенной концентрацией углекислого газа, кислорода и азота, например для свежих плодов и овощей концентрация CO_2 , O_2 и N_2 составляет 3-10, 2-10 и 80-95% соответственно.

Назирова Р.М. и соавторы [13] отмечая, что хранение в атмосфере измененного состава является одним из перспективных и инновационных методов долгосрочного хранения плодовоовощной продукции, установили влияние соотношения концентраций основных газов (кислород, углекислый газ, азот) на интенсивность дыхания и созревание плодовоовощной продукции. Повышенное содержание CO_2 вызывает задержку созревания, торможение ферментативных реакций, процесса метаболизма органических кислот, распада пектиновых веществ и хлорофилла, развитие физиологических и грибковых заболеваний. Наиболее активно проявляются асептические свойства углекислого газа при высоких концентрациях (20-25%) и низких температурах, однако возможно ухудшение качества при концентрациях углекислого газа свыше 10%. В тоже время пониженная концентрация углекислого

газа способствует развитию анаэробных бактерий. Азот, не оказывая непосредственного ингибиторного воздействия на развитие микроорганизмов, обеспечивает удаление остатков кислорода.

Наибольшее снижение содержания воды и пищевых нутриентов происходит в плодах осенних сортов яблок «Уэлси» и «Жигулевское» при хранении в обычной атмосфере при температуре +4°C по сравнению с хранением в модифицированной атмосфере с содержанием CO_2 2,0...2,8% при температуре +2°C. Естественная убыль в МА составляла 0,6% по сравнению с хранением в обычной атмосфере – 2,0...2,2% [14].

При холодильном хранении в контролируемой среде (концентрация кислорода 5,2% и диоксида углерода 3,6%) с применением газоселективных трековых мембран наблюдается продление сроков хранения яблок до 90 суток [15].

Перспективным способом сохранения пищевой продукции в промышленных масштабах является технология обработки ионизирующим излучением [16-18] за счет уменьшения микробной обсемененности [19] в результате повреждения молекул ДНК микроорганизмов, а также гамет насекомых и меристем растений [20]. В соответствии с требованиями ГОСТ 33302-2015 «Продукция сельскохозяйственная свежая. Руководство по облучению в целях фитосанитарной обработки» применение ионизирующего излучения разрешено на территории РФ с 2017 года для снижения численности вредителей, обычно сопутствующих свежей сельскохозяйственной продукции. Типичный диапазон поглощенных доз по ГОСТ 33302-2015 составляет от 150 до 600 Гр. По данным [21] свежая сельскохозяйственная продукция чувствительна к дозе облучения, соотношение максимальной к минимальной дозе излучения устанавливается 1,35–1,4:1,0. По результатам исследований [22] яблоки предлагается обрабатывать дозами до 1-2 кГр. В тоже время по данным [23] при обработке яблок дозой более 0,6 кГр возможна солиubilизация пектинов, целлюлозы и крахмала, что приводит к размягчению плодов.

В последние годы формируются прогрессивные технологии хранения, одновременно с этим улучшаются традиционные, в том числе за счет симбиоза разных способов хранения для повышения эффективности и возможности промышленного применения.

В связи с этим, **цель** эксперимента заключается в комплексном исследовании лежкоспособности и качества яблок свежих помологического сорта «Ренет Платона Симиренко» согласно требований Технического регламента ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» при разных способах хранения.

Материалы и методы исследования. К объектам исследования относятся яблоки зимнего помологического сорта «Ренет Платона Симиренко» (страна произрастания РФ). Были отобраны целые и чистые плоды, откалиброванные по размеру (в диаметре составляли $8,0 \pm 1,0$ см), в съемной степени зрелости, без видимых дефектов кожицы согласно требований

ГОСТ Р 57976-2017 «Фрукты овощи свежие. Термины и определения», ГОСТ 34314-2017 «Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле. Технические условия».

Сформированы 4 группы образцов по 50 плодов в каждой: 1-я группа (контрольная) – плоды яблок, необработанные ионизирующим излучением и хранящиеся в воздушной среде; 2-я группа (опытная) – яблоки, необработанные ионизирующим излучением и хранящиеся в РГС; 3-я группа (опытная) – яблоки, обработанные ионизирующим излучением дозой 1 кГр и хранящиеся в воздушной среде; 4-я группа (опытная) – яблоки, обработанные ионизирующим излучением дозой 1 кГр и хранящиеся в РГС.

Хранение яблок свежих осуществлялось при температуре +2±3°C при относительной влажности воздуха в камере 91±1% в течение 8 мес. РГС выбрана по второму типу РГС с учетом требований ГОСТ Р 50421-92 (ИСО 6949-88) «Фрукты и овощи. Принципы и технологические приемы хранения в регулируемых газовых средах» и ГОСТ Р 50528-93 «Яблоки свежие. Хранение в контролируемой атмосфере» – РГС с объемной долей кислорода в пределах от 2 до 4% (в среднем 3%) и объемной долей двуокиси углерода – от 3 до 5%. При хранении плодов 2-й и 4-й опытных групп состав газовой среды включает объемные доли кислорода, двуокиси углерода и азота соответственно $3,0 \pm 0,2\%$, $3,5 \pm 0,1\%$, $93,5 \pm 0,3\%$.

Для обработки ионизирующим излучением плодов яблок свежих 3-й и 4-й опытных групп используется линейный ускоритель электронов УЭЛР-10-10С2 в соответствии с требованиями ГОСТ 33302-2015 «Продукция сельскохозяйственная свежая. Руководство по облучению в целях фитосанитарной обработки», затем яблоки закладывали на хранение.

Качество свежих яблок оценивалось на соответствие требованиям ГОСТ 34314-2017 «Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле. Технические условия». Внешний вид, окраску кожицы, вкус, запах и состояние мякоти оценивали органолептическим методом. К показателям, определяющим степень зрелости, относится твердость мякоти, которую определяли с помощью пенетromетра FT-327. Естественная убыль определялась в соответствии с Приказом Минпромторга России от 01.03.2013 N 252 «Об утверждении норм естественной убыли продовольственных товаров в сфере торговли и общественного питания» для второй климатической зоны, в которую входит Свердловская область. Биохимические показатели в яблоках свежих были исследованы стандартными методами: массовую долю сахаров – перманганатным методом по ГОСТ 8756.13-87 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров»; титруемую кислотность – потенциометрическим методом по ГОСТ 34127-2017 «Продукция соковая. Определение титруемой кислотности методом потенциометрического титрования»; содержание пектиновых веществ – фотометрическим методом по ГОСТ 32223-2013 «Продукция соковая. Определение

пектина фотометрическим методом»; содержание витамина С – вольтамперметрическим методом по ГОСТ Р 52690-2006 «Продукты пищевые. Вольтамперметрический метод определения массовой концентрации витамина С».

Исследования проводили в пятикратной повторности.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе проводили оценку степени зрелости яблок согласно ГОСТ 21819-88 «Яблоки свежие. Хранение в холодильных камерах» по окраске кожицы, степени побурения семян и гидролиза крахмала. При исследовании йодно-крахмальной пробы произошло окрашивание под кожицей яблок всех групп и отмечено незначительное потемнение некоторых участков мякоти, что позволяет установить о нахождении яблок перед закладкой на хранение в начальной фазе съемной зрелости. В процессе хранения яблоки свежие достигли потребительской степени зрелости: яблоки 1-й группы (контрольная) – через 5 мес, 2-й группы (опытная) – через 7 мес, 3-й группы (опытная) – через 6 мес, 4-й группы (опытная) – через 8 мес.

Качество яблок соответствовало требованиям ГОСТ 34314-2017: плоды чистые, без излишней влажности, запах и вкус – соответствующий помологическому сорту, мякоть – доброкачественная. При превышении сроков лежкости яблок выявлено появление плодов с незначительной морщинистостью кожицы, побурением сердечка и размягчением.

В процессе хранения при достижении потребительской степени зрелости происходит размягчение мякоти плода, что может быть обусловлено разрушением нерастворимых пектиновых веществ: при хранении в воздушной среде (1-я группа) после 5 мес хранения, при хранении в РГС (2-я группа) – после 7 мес хранения. Сразу после обработки ионизирующим излучением дозой 1 кГр твердость плода имеет значение меньше на 0,1 п., чем у плодов, необработанных ионизирующим излучением. Однако при хранении до 7 мес в плодах 3-й группы и до 8 мес в плодах 4-й группы плоды отличаются высокими показателями твердости – 8,4 и 8,5 п. соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение твердости мякоти яблок в процессе хранения, кг/см²

Группы	Продолжительность хранения, мес.				
	0	5	6	7	8
1-я	10,1	8,9	7,9	7,4	6,3
2-я	10,1	9,8	9,2	8,8	8,2
3-я	10,0	9,7	9,1	8,4	7,8
4-я	10,0	9,8	9,2	8,7	8,5

На рисунке 1 представлена динамика естественной убыли яблок свежих в процессе хранения. В зависимости от совокупности влияния факторов (условия хранения - воздушная среда и РГС; без обработки и с обработкой ионизирующим излучением перед закладкой на хранение) установлено, что естественные потери наиболее высокие в 1-й контрольной группе и при хранении до 5 мес соответствуют нормам есте-

ственной убыли согласно Приказа Минпромторга России от 01.03.2013 N 252, во 2-й опытной группе – при хранении до 7 мес (рис. 1). Полученные результаты сопоставимы с исследованиями [5]. В результате уменьшения содержания воды сразу после обработки ионизирующим излучением на 0,10-0,15% в 3-й и 4-й опытных группах по сравнению с плодами, необработанными ионизирующим излучением, в дальнейшем при хранении процесс транспирации замедляется по сравнению с полученными данными по 1-й и 2-й группам. Наиболее низкие естественные потери установлены в 4-й опытной группе при хранении до 8 мес за счет совокупного влияния ионизирующего излучения и РГС.

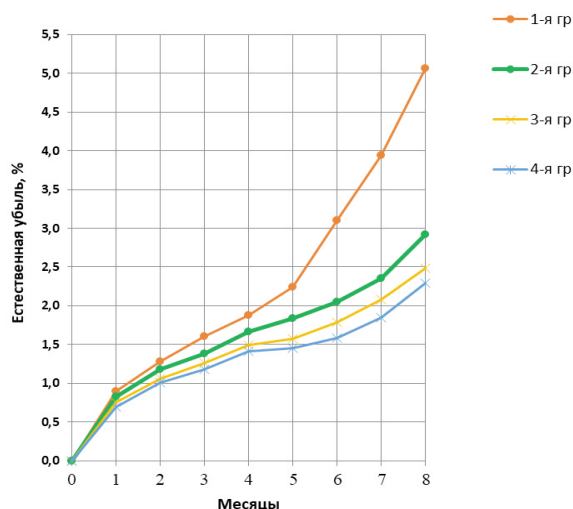


Рисунок 1 – Естественная убыль массы плодов свежих яблок при хранении до 8 мес, %

Анализ данных таблицы 2 показывает, что в процессе хранения происходит уменьшение массовой доли углеводов и титруемых кислот, что обусловлено расходом энергии на жизнедеятельность плодов и характеризует степень дозревания плодов: в 1-й контрольной группе уменьшается массовая доля углеводов на 0,44% и массовая доля титруемых кислот на 0,22%, во 2-й опытной группе – на 0,39% и 0,19% соответственно, в 3-й опытной группе – на 0,35% и 0,20%, в 4-й опытной группе – на 0,29% и 0,18%.

После обработки ионизирующим излучением в яблоках установлено незначительное снижение витамина С на 0,08 мг% по сравнению с необработанными плодами. Способ хранения яблок оказал существенное влияние на количественное изменение аскорбиновой кислоты. В яблоках, обработанных ионизирующим излучением на этапе его закладки на хранение и при последующем хранении в РГС витамин С сохранился лучше, что может быть обусловлено «адаптационной реакцией плодов в процессе хранения, выраженная в усилении биосинтеза антиоксиданта» [19].

Содержание пектиновых веществ в процессе хранения увеличивается за счет возможного перехода нерастворимых пектинов в растворимый, что приводит к размягчению плода. Через 8 мес хранения содержание пектина в плодах 1-й группы увеличивается

на 0,72% до 2,54%, во 2-й – на 0,38% до 2,20%. В 3-й и 4-й группах после воздействием ионизирующим излучением при закладке на хранение содержание пектиновых веществ больше на 0,04% по сравнению с образцами 1-й и 2-й групп. При хранении яблок, обработанных ионизирующим излучением, в РГС, наблюдается замедление роста количества пектиновых веществ на 0,04% по сравнению с образцами, обработанными ионизирующим излучением, но хранящихся в воздушной среде.

Таблица 2 – Исследование биохимических показателей яблок ($M \pm m$)

Показатели	Продолжительность хранения, мес.				
	0	5	6	7	8
1-я группа (контрольная)					
Массовая доля сахаров, %	9,81±0,11	9,74±0,10	9,42±0,05	9,39±0,12	9,37±0,09
Массовая доля титруемых кислот, %	0,78±0,01	0,74±0,01	0,64±0,01	0,60±0,01	0,56±0,01
Витамин С, мг %	10,13±0,12	7,59±0,08	7,09±0,08	6,53±0,06	6,01±0,07
Пектиновые вещества, %	1,82±0,03	1,94±0,03	2,06±0,04	2,26±0,02	2,54±0,02
2-я группа (опытная)					
Массовая доля сахаров, %	9,81±0,11	9,76±0,07	9,54±0,08	9,47±0,02	9,42±0,06
Массовая доля титруемых кислот, %	0,78±0,01	0,76±0,01	0,67±0,01	0,62±0,01	0,59±0,01
Витамин С, мг %	10,13±0,12	8,24±0,03	7,84±0,03	7,56±0,02	7,03±0,05
Пектиновые вещества, %	1,82±0,03	1,84±0,03	1,97±0,03	2,02±0,01	2,20±0,01
3-я группа (опытная)					
Массовая доля сахаров, %	9,85±0,06	9,80±0,03	9,59±0,03	9,54±0,02	9,50±0,06
Массовая доля титруемых кислот, %	0,76±0,01	0,74±0,01	0,64±0,01	0,60±0,01	0,56±0,01
Витамин С, мг %	10,05±0,06	8,01±0,05	7,39±0,03	7,02±0,03	6,82±0,04
Пектиновые вещества, %	1,86±0,03	1,89±0,03	1,99±0,03	2,06±0,01	2,31±0,01
4-я группа (опытная)					
Массовая доля сахаров, %	9,85±0,06	9,81±0,02	9,61±0,02	9,59±0,04	9,56±0,06
Массовая доля титруемых кислот, %	0,76±0,01	0,75±0,01	0,65±0,01	0,61±0,01	0,58±0,01
Витамин С, мг %	10,05±0,06	8,18±0,03	7,79±0,03	7,57±0,02	7,08±0,03
Пектиновые вещества, %	1,86±0,03	1,87±0,02	1,98±0,03	2,04±0,01	2,27±0,01

По результатам исследования микробиологической обсемененности установлено, что в контрольных образцах 1-й группы и опытных образцах 2-й группы

при хранении свыше 5 и 7 мес. микробиологические показатели превышают допустимые уровни согласно требований ТР ТС 021/2011: КМАФАнМ $5,6-5,8 \cdot 10^4$ КОЕ/г, дрожжи $2,2-2,8 \cdot 10^2$ КОЕ/г и плесени $5,6-6,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г соответственно. После обработки ионизирующим излучением на этапе закладки плодов на хранение все исследуемые микробиологические показатели не превышают допустимых уровней при хранении до 8 мес.

Вывод. Согласно результатов проведенных исследований установлено, что на лежкоспособность свежих яблок помологического сорта «Ренет Платона Симиренко» оказывают определенное влияние применяемые способы хранения. В промышленных условиях при хранении яблок в основном учитывают параметры воздушной среды: температуру и относительную влажность. Хранение в регулируемой газовой среде, при совместном воздействии температуры, относительной влажности и состава газовой среды приводит к снижению метаболической активности в яблоках и продлению периода хранения до 7 мес согласно ГОСТ Р 50421-92 (ИСО 6949-88). Проведенная на этапе закладки яблок на хранение обработка ионизирующим излучением дозой 1 кГр позволяет обеспечивать фитосанитарные меры и уменьшить микробиологическую обсемененность. Высокая эффективность предложенного комбинированного способа сохранения обработанных ионизирующим излучением яблок при последующем хранении в РГС определяется хорошей лежкоспособностью яблок потребительской степени зрелости до 8 мес хранения в результате соответствия микробиологических показателей допустимым уровням согласно ТР ТС 021/2011, замедления процесса транспирации, задержки процессов обмена с более низким снижением массовой доли углеводов и органических кислот – на 0,29% и 0,18% соответственно и высокой сохраняемостью витамина С – до 70,5% в процессе хранения по сравнению с яблоками, хранящимися в воздушной или регулируемой газовой среде или только после обработки ионизирующим излучением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кабалина, Д.В. Разработка технологии подготовки яблок к краткосрочному хранению и их хранение в условиях искусственного охлаждения / Д.В.Кабалина, Т.В.Першакова, В.В.Лисовой, В.А.Морарь // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 63 (3). – С. 307-317.
2. Демидович, Е.И. Влияние предуборочных обработок на остаточный эффект хранения плодов яблок / Е.И.Демидович // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 124-128
3. Вашук, И.И. Влияние сроков съема на длительность хранения плодов яблони/ И.И.Вашук // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 6 (20). – С. 8-14.
4. Wallace, R.L. Mechanisms of action of three isolates of *Pseudomonas fluorescens* active against postharvest grey mold decay of apple during commercial storage / R.L.Wallace,

D.L.Hirkala, L.M.Nelson // Biological Control. – 2018. – № 117. – Р. 13-20.

5. Турбин, В.А. Уточнение технологических параметров длительного хранения яблок поздних сроков созревания / В.А.Турбин, Е.И.Черненко // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2019. – № 18 (181). – С. 35-46.

6. Тимакова, Р.Т. Оценка антиоксидантной активности яблок свежих разных помологических сортов после обработки ионизирующим излучением / Р.Т.Тимакова // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 3. – С. 66–71. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10033.

7. Макаркина, М.А. Влияние режимов хранения на качество яблок / М.А.Макаркина, А.Л.Никитин // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2011. – № 7 (1). – С. 117-126.

8. Коротышева, Л.Б. Характеристика внутритканевого газового состава яблок и его изменение в процессе хранения / Л.Б. Коротышева, Т.В. Пилипенко, С.М. Малютенкова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 26-34.

9. Медеяева, А.Ю. Динамика изменения качества яблок при хранении в обычной атмосфере / А.Ю.Медеяева, Е.Ю. Салина // Наука и Образование. – 2019. – № 2. – С. 350.

10. Турбин, В.А. Сохраняемость яблок в разных газовых средах / В.А.Турбин, Р.Д.Бабина, Н.Н.Горб, А.Е.Унтилова // Научные труды Крымского агротехнологического университета. – 2004. – Вып. 83. – С. 116-122.

11. AIR products PLC, (1995). The Freshline guide to modified atmosphere packaging (MAP) // Air products Pic.-Basingstoke. Hampshire, UK, 1996. – Р. 1–66.

12. Day, B.P.F. Novel MAP - A brand new approach / B.P.F. Day // Fd. Manuf., 1998. – № 73 (11). – Р. 24–26.

13. Назирова, Р.М. Изменение химического состава некоторых сортов яблок при хранении в регулируемой атмосфере (РА) / Р.М. Назирова, С.Ж. Абдурахмонов, Н.Б. Усмонов, Д. Бахтиярова // Наука, техника и образование. – 2019. – № 3 (56). – С. 24-27.

14. Рядинская, А.А. Снижение потерь плодов яблок при хранении в меловых штольнях города Белгорода / А.А.Рядинская, А.Н.Крюков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. – № 1 (9). – С. 79-84.

15. Костюк, В.А. Динамика суммы свободных органических кислот при холодильном хранении яблок осенних сортов с применением трековых мембран / В.А.Костюк, В.С.Колдязная // В сб.: Неделя науки СПбПУ. Мат. научн. конф. с междунар.участием, Институт биомедицинских систем и биотехнологий. В 2 частях. СПбПУ, 2019.– С. 71-73.

16. Юдин, И.В. Радиационные технологии, как ключевой элемент «сквозных» технологий / И.В. Юдин, А.А. Персинен, О.П. Никотин // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2016. – № 36 (62). – С. 7-11.

17. Санжарова, Н.И. Радиационные технологии в сельском хозяйстве: стратегия научно-технологического развития / Н.И.Санжарова, Г.В.Козьмин, В.С.Бондаренко // Инноватика и экспертиза: научные труды. – 2016. – № 1 (16). – С. 197-206.

18. Тимакова, Р.Т. Радиационные технологии – современный подход к обеспечению безопасности пищевых продуктов

/ Р.Т.Тимакова // В сб.: Региональный рынок потребительских товаров и продовольственной безопасности в условиях Сибири и Арктики. Мат. VIII Междунар. научно-практ. конф. Тюмень: ТИУ, 2019. – С. 75-80.

19. Ершов, Б.Г. Радиационные технологии: возможности, состояние и перспективы применения / Б.Г.Ершов // Вестник Российской академии наук. – 2013. – Т.83, № 10. – С. 885.

20. Чиж, Т.В. Радиационная обработка свежих овощей и фруктов – развитие технологии и применение / Т.В.Чиж, Н.Н.Лой, А.Н.Павлов // В сб.: Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы. Мат. междунар. научно-практ. конф. Обнинск: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 2018. – С. 242-246.

21. Гусев, А.В. Актуальные задачи при облучении свежей плодовоовощной продукции / А.В.Гусев, М.В.Петров // В сб.: Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы. Мат. междунар. научно-практ. конф. Обнинск: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 2018. – С. 184-187.

22. Moy, J.H. Radurization and radication: fruits and vegetables / Josephson E.S., Peterson M.S. eds. // Preservation of food by ionizing radiation.– 1983.–Vol. 3. CRC Press. Boca Ration, FL. – Р. 83-108.

23. Romani, R. J. Radiobiological parameters in the irradiation of fruits and Vegetables / R.J.Romani // Advances in food research. – 1996. – Vol. 15. – Р. 57–103.

Статья поступила в редакцию 31.07.2020

Статья принята к публикации 14.09.2020