

СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ СВЕЖИХ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ (ОБЗОР)

MODERN INNOVATIVE STORAGE TECHNOLOGIES FOR PROCESSED FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS (REVIEW)

Глазков С.В.* – вед. н.с. лаб. качества и безопасности пищевой продукции
 Коцнев С.В. – н.с. лаб. качества и безопасности пищевой продукции
 Лесникова Н.А. – н.с. лаб. качества и безопасности пищевой продукции
 Богданова В.В. – н.с. лаб. качества и безопасности пищевой продукции
 Володарская Т.К. – н.с. лаб. качества и безопасности пищевой продукции

Glazkov S.V.* – senior researcher
 Koptsev S.V. – researcher
 Lesnikova N.A. – researcher
 Bogdanova V.V. – researcher

Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (ВНИИТЭК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН) 142703, Россия, Московская область, г. Видное, ул. Школьная, 78 *E-mail: s.glazkov@outlook.com E-mail: vniitek@vniitek.ru

All-Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS (VNIITEK – Branch of V.M. Gorbatov Research Center for Food Systems of RAS) 142703, Russia, Moscow oblast, Vidnoe, Shkolnaya str., 78 *E-mail: s.glazkov@outlook.com E-mail: vniitek@vniitek.ru

Рассмотрены современные технологии хранения продукции из фруктов и овощей и приведены возможные варианты их модернизации. Совершенствование технологии консервирования с использованием нетрадиционных способов обработки растительного сырья является актуальной задачей, решение которой позволит сохранить плодоовощную продукцию, уменьшить количество отходов и снизить воздействие овоще-перерабатывающих предприятий на природные водные объекты. Фрукты и овощи являются скоропортящимися продуктами и требуют особых условий хранения с момента их поступления в продажу до покупки потребителями. Сохранение их свежести как можно дольше является достаточно сложной задачей, так как некоторые растения способны продолжать созревание даже после упаковки и вырабатывать этилен, который инициирует определенные изменения текстуры и цвета, деградацию тканей. Уделено внимание инновационным технологиям – созданию съедобных пленок и покрытий, являющихся в настоящее время единственным видом биоразлагаемой полимерной упаковки, которая не нуждается в индивидуальном сборе и особых условиях утилизации. Это их главное отличие от традиционных биоразлагаемых пластиков, которые первоначально были предложены как альтернатива синтетическим полимерным материалам. Преимущества биоразлагаемых пластиков проявляются только при их правильном сборе, т.е. отдельно от других отходов, и утилизации в специально созданных условиях, например, на компостных фабриках; при этом они дороже обычных пластиков, во многих случаях не могут быть подвергнуты совместно рециклингу; находясь в глубоких слоях свалки, выделяют парниковый газ метан. Кроме того, сырье для биоразлагаемых пластиков обеспечивают те же почвенные и водные ресурсы, на которых сегодня выращиваются продукты питания (кроме очень небольшого количества пластиков, производимых из отходов сельскохозяйственной продукции), а значит их сырьевая база всегда будет ограничена. Предложены рекомендации по организации эффективного сохранения растительного сырья, предназначенного для дальнейшей переработки или продажи в сетях розничной и оптовой торговли.

The article analyzes modern technologies for storing fruit and vegetable products and presents possible options for their modernization. From this perspective, the improvement of canning technology using non-traditional methods of processing plant raw materials is an urgent task, the solution of which will allow preserving fruit and vegetable products, reduce the amount of waste and reduce the impact of vegetable processing plants on natural water bodies. Fruits and vegetables are perishable products and require special storage conditions from the moment they are available for sale to purchase by consumers. Keeping them fresh for as long as possible is quite a challenge, as some plants are able to continue maturing even after packaging and produce ethylene, which initiates certain changes in texture and color, tissue degradation. The authors pay special attention to the aspects of innovative technologies in the creation of edible films and coatings, which are currently the only type of biodegradable polymer packaging that does not require individual collection and special conditions of disposal. This is their main difference from traditional biodegradable plastics, which were originally proposed as an alternative to synthetic polymeric materials, and all were convinced that their creation once and for all will solve the problem of waste polymer packaging, which today threatens to become a global environmental disaster. At the same time, they are always more expensive than conventional plastics, in many cases can not be subjected to joint recycling; being in the deep layers of the landfill, they emit greenhouse gas methane. In addition, the raw materials for biodegradable plastics are provided by the same soil and water resources on which food is grown today (except for a very small amount of plastics produced from agricultural waste), and therefore their raw material base will always be limited. Recommendations are formulated on the organization of effective conservation of plant raw materials, intended for further processing or sale in retail and wholesale trade networks.

Ключевые слова: овощи, фрукты, продукты переработки, хранение, технология.

Keywords: fruit and vegetable products, crop production, storage technology.

Для цитирования: Глазков С.В., Коцнев С.В., Лесникова Н.А., Богданова В.В., Володарская Т.К. СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ СВЕЖИХ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ (ОБЗОР). Овощи России. 2018;(5):84-89. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-84-89

For citation: Glazkov S.V., Koptsev S.V., Lesnikova N.A., Bogdanova V.V., Volodarskaya T.K. MODERN INNOVATIVE STORAGE TECHNOLOGIES FOR PROCESSED VEGETABLE PRODUCTS (REVIEW). Vegetable crops of Russia. 2018;(5):84-89. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-84-89

Актуальность

В настоящее время перед пищевыми и перерабатывающими отраслями агропромышленного комплекса стоит сложная научно-техническая проблема значительного увеличения объемов производства функциональных пищевых продуктов для улучшения структуры питания и поддержания здоровья населения РФ.

Современное сырье из овощных культур и плодов является одним из главных источников для получения натуральных и качественных продуктов. Фрукты и овощи содержат

необходимые для жизнедеятельности человека витамины, минеральные соли, углеводы, белки, растительные жиры. Каждому виду фруктов и овощей присущи определенные биологически активные вещества: одни из них улучшают процесс обмена, нейтрализуют кислоты, образующиеся при переваривании мясной, молочной и мучной пищи, нормализуют кровяное давление, другие укрепляют стенки кровеносных сосудов, придают им эластичность, снижают содержание холестерина в крови и жидкости в организме [16,14,18,22,25,31].

Ввиду введения антироссийских санкций со стороны западноевропейских стран, предприятиям приходится искать новые пути оптимизации процесса хранения и переработки плодово-овощной продукции. У отечественных производителей появляются дополнительные возможности проявить себя. К тому же спрос на овощные и фруктовые консервы с каждым годом возрастает. Основными факторами называют урбанизацию, ускорение ритма жизни, а также популяризацию здорового образа жизни.

Обзор

В настоящее время, главной задачей, стоящей перед пищевой промышленностью, является удовлетворение потребности населения качественными продуктами питания. Ввиду стабильного, ежегодного роста населения планеты, данную проблему возможно решить:

- за счет увеличения объемов вырабатываемой продукции, уменьшения потерь сырья на стадиях переработки и транспортировки;

- при помощи усовершенствования технологических процессов переработки сырья [23,33,44].

В основе современных технологий переработки и консервирования плодово-овощной продукции заложены принципы внешнего воздействия. Переработка фруктов и овощей – это процесс, направленный на сохранение и улучшение качества продукта, а также продление срока его годности.

Переработка может включать в себя консервирование любым из представленных способов. Консервирование фруктов и овощей помогает надолго сохранить продукт свежим и продлить срок его хранения. Также целью данного мероприятия является максимальное снижение потерь продукта по причине его микробиологической порчи. Условия хранения должны препятствовать развитию вредоносных бактерий и последующему развитию разрушительных процессов. Для того, чтобы фрукты дольше сохраняли свои первоначальные свойства, сегодня актуально применение инновационных разработок.

В числе инновационных технологий (рис. 1), используемых для переработки фруктов и овощей, можно выделить такие, как [34,38]:

- биохимические способы переработки (квашение, соленье и др.);

- химические способы – консервирование с использованием веществ обладающих антисептическим действием (сернистой, бензойной и сорбиновой кислот) и маринование;

- физические способы, включающие термостерилизацию, сушку, замораживание, облучение;

- механические способы и т. д.

Продукция, прошедшая процедуру переработки, должна полностью соответствовать требованиям качества, предъявляемым соответствующими нормативными документами на нее. На каждом из этапов переработки должны строго соблюдаться не только санитарные нормы, но еще и все условия ведения технологического процесса. Качество получаемого продукта при этом зависит как от особенностей исходного сырья, так и от точности соблюдения технологий переработки. Стоит также учитывать, что далеко не все сорта овощей пригодны для выработки продуктов высокого качества.

Оптимальные условия хранения подразумевают под собой соблюдение ряда норм и правил. Сюда можно отнести поддержание определенной температуры хранения продуктов, влажности воздуха и обеспечение изолированного нахождения различных видов культур. Существуют определенные постановления относительно:

- температуры хранения различных сортов овощей и фруктов;
- влажности воздуха;
- обеспечения обмена воздуха;
- состава газовой среды;
- освещенности помещения (исключается попадание прямых солнечных лучей и т.д.).

Так, например, для поддержания оптимальных условий хранения большей части овощных культур необходимо поддержание постоянной температуры воздуха в пределах от 0 до +5°C. Однако современные достижения науки и техники позволяют значительно продлить срок годности товаров путем использования специальных приспособлений и устройств, а также путем озонирования и химической поверхностной обработки.



Рис. 1. Основные способы консервирования фруктов и овощей.
Fig. 1. The main methods of canning fruits and vegetables.

В числе наиболее популярных и действенных методик можно выделить следующие инновационные технологии переработки фруктов и овощей:

- озонирование;
- обработка при помощи облучения;
- обработка в импульсных электрических полях;
- обработка с использованием высокого давления;
- жарка в вакууме;
- использование съедобного покрытия;
- использование мембранных технологий;
- концентрированное вымораживание;
- заморозка и т.д.

На базе лаборатории технологии консервирования ВНИИТеК уже несколько лет ведутся успешные разработки в области облучения быстрыми электронами, СВЧ и УФ-лучами, и их комбинаций для увеличения сроков хранения овощных культур [52-54].

Каждый из представленных способов имеет как свои преимущества, так и недостатки. Так, при помощи радиоактивного и УФ-облучения удается произвести дезинфекцию поверхности фруктов. Однако эти способы не столь эффективны по причине неравномерной обработки. Овощные культуры, фрукты или ягоды проходят облучение при вращении на конвейере. За счет того, что форма и структура тела некоторых фруктов может быть далека от идеальной, облучение происходит неравномерно по поверхности. Также не удастся качественно продезинфицировать продукт, часть поверхности которого покрыта листьями [53, 54].

Фрукты и овощи являются скоропортящимися продуктами и требуют особых условий хранения с момента их поступления в продажу до покупки потребителями. Сохранение их свежести как можно дольше является достаточно сложной задачей, так как некоторые растения способны продолжать созревание даже после упаковки и вырабатывать этилен, который инициирует определенные изменения текстуры и цвета, деградацию тканей.

Современные исследования подтверждают факт актуальности внедрения инновационных технологий в переработку овощной продукции.

Нанотехнологии в упаковочной сфере тесно переплетаются с разработками в области биоразлагаемой упаковки. При помощи наночастиц ученые разных стран предпринимают попытки создавать упаковку, с привычными для полиэтилена качествами – прочностью, гибкостью, но при этом безвредными для окружающей среды [18, 23].

Яркий пример – разработка португальского ученого Жозе Тейшейры. Продукт покрывают специальной жидкостью, содержащей наночастицы. В результате образуется защитная пленка, которая продлевает срок годности и защищает от кислорода и вредоносных бактерий. Вместе с тем такая пленка съедобна и абсолютно безвредна для человеческого организма. А производят ее из полисахаридов – элементов, которые используются в бульонных кубиках. Такая упаковка позволяет продлить срок годности на треть. При этом содержимое сохраняет свои изначальные вкусовые качества.

Еще одна технология, которая вживляет наночастицы в полиэтиленовую упаковку, принадлежит Nano Bio Matters.

Ученые компании создали композит O2Block. Его добавляют в упаковку для пищевых продуктов. После чего они могут сохранять первозданный вид в течение нескольких недель. Технология заключается в том, что наночастица защищает пищевой пептид – низин, борющийся с вредоносной бактериальной лиственной. Согласно исследованиям ученых из Purdue University, наночастицы можно распылять не только на упаковку, но и на сам продукт, без вреда для здоровья.

Американские исследователи создали так называемую наноцеллюлозу. Они вычленили кристаллы металла и кристаллизовали волокна целлюлозы [36]. А ученые другого университета США разработали нанобумагу [41]. Она обладает теми же свойствами, что и обычная, но состоит из тончайших волокон диоксида титана. В отличие от обычной из нанобумаги можно делать 3D модели – колбы, вазы и многое другое.

Результаты исследований показали, что использование новой упаковки позволило повысить срок хранения ягод земляники примерно на 30%. И при этом они сохраняли характеристики, присущие ягодам, которые только что сорвали с гряды. Сейчас решается вопрос удешевления нового материала, чтобы он стал доступным.

Самый надежный способ нанести нановещество на продукт – это полностью погрузить плоды в раствор. Именно поэтому тратится большое количество дорогостоящего материала. Разработчики хотят попробовать добавление нового раствора в воду, которую используют при промышленной мойке овощей и фруктов. Также к испытаниям готовы образцы пленки, подобной той, которую сейчас используют для упаковки продуктов, но используя в ее составе нанораствор. Несомненно, это изобретение будет широко применяться в пищевой промышленности [22,24,26].

В последние годы инновационные технологии переработки фруктов и овощей стали пользоваться отменной популярностью. Производители, стараясь продлить срок годности продукта, зачастую прибегают к промывке овощей в воде, насыщенной озоном. Озонирование производится в несколько этапов. Сначала продукт промывают в растворе, затем очищают от дефектных частей и сушат под струей газообразного озона. Далее продукт помещается в контейнер, который заполняется озоном и плотно закрывается [22,24,26].

Микробиологический метод консервирования включает такие способы, как квашение капусты, соленье овощей – огурцов, томатов, перца, чеснока и др. Этот метод основан главным образом на развитии молочнокислого брожения овощей, результатом которого становится образование молочной кислоты, играющей роль естественного консерванта. Сортные особенности огурцов и капусты прямым образом влияют на качество готового продукта [3]. Солят огурцы летом в период массового поступления урожая из открытого грунта, а широкое производство квашеной капусты длится с сентября по апрель. Солено-квашеная продукция пользуется популярностью в холодное время года. В связи с отсутствием необходимости сложного и дорогостоящего производственного оборудования, этим производством занимаются много частных предпринимателей, а также мелкие и крупные овощеперерабатывающие предприятия. Однако в России из-за нехватки сырья импортируется немалое количество соленых овощей [18,28,39,45].

В решении проблемы длительного хранения фруктово-ягодной продукции с минимальными потерями от инфекционных и физиологических заболеваний определяющее значение имеет поддержание определенной температуры и газового состава, отличающегося пониженным содержанием кислорода и повышенным – диоксида углерода. В настоящее время ни один из предложенных в литературе материалов не нашёл себе применение в реальной технологии. Для реализации технологии, описываемой в научно-технической идее, которую можно будет использовать для хранения, например, винограда, предлагается использовать газоразделительную мембрану на основе трековой перегородки.

Одной из важнейших характеристик газоразделительных мембран является скорость массопереноса. Скорость массопереноса характеризуется коэффициентом диффузии или проницаемостью. Для получения мембран высокой проницаемости необходимо, чтобы толщина покровной полимерной пленки была минимальна. Конструктивно задача формирования композиционной мембраны решается нанесением тонкого слоя поли-

мера на пористую подложку. Предложена трековая мембрана, полученная путём облучения и физико-химической обработки облучённой ускоренными до энергии 53,4 МэВ ионами аргона плёнки полиэтилентерефталата толщиной 20 мкм [1]. Полученный материал смонтировали в промышленно-выпускаемые контейнеры, испытания которых проводили в лаборатории НИУ ИТМО. Виноград охлаждали и помещали в контейнеры (рис.2) с мембранными вставками с площадями, которые были рассчитаны для известных интенсивностей дыхания указанных сортов винограда.

Эксперимент показал, что создаваемая мембранным материалом газовая среда с пониженным содержанием кислорода и повышенным диоксида углерода в технологии хранения томатов сорта Куnero позволяет снизить потери, максимально сохранить качество и пищевую ценность, а также увеличить продолжительность их хранения в полтора раза [3-5].

Заключение

По итогам 2017 года в нашей стране объём производства натуральных овощных и грибных консервов (без уксуса) имел показатель 1361 млн условных банок, маринованных овощей и грибов – 449 млн условных банок, было заморожено 71,7 тыс. т овощной продукции, переработано и консервировано 163 тыс. т картофеля. По количеству производимых овощных консервов наибольшие показатели в Центральном, Южном и Северо-Кавказском, Приволжском федеральных округах. Чуть меньше половины плодоовощных консервов – 46,1%, производимых в стране, изготавливаются в ЦФО, 20,96% – в ЮФО, 14,75% — в ПФО [18].

В целом производство переработанной продукции демонстрирует стабильную тенденцию роста в последние десять лет. Объём импортных свежих овощей и переработанной овощной продукции в 2016 году составил 2607 тыс. т, в 2017 году – 1724 тыс. т, из них на долю переработанной продукции приходится: овощи замороженные – 3,7%, овощи консервированные – 0,7%, овощи сушеные – 2,9%, овощи бобовые сушеные – 1,9%. Импортеры: Китай – 25%, Турция – 14%, Израиль – 10,5%, Марокко – 8,6%, Беларусь – 8,3% Египет – 7,8%, Азербайджан – 6,6%, Иран – 6,5%. Из импортируемых овощей первое место занимают томаты – 36,3% от всего объёма ввоза [18].

Также высока доля моркови, репчатого лука, перца, капусты и чеснока. Сокращение объёмов поставок из-за рубежа связано с ограничением на их ввоз из ряда стран, девальвацией рубля, расширением мощностей по производству и хранению овощей в России, повышением эффективности их возделывания [18, 28,39,45].

Спрос на консервированную продукцию в стране остается высоким, однако не все предприятия имеют возможность использовать мощности в полной мере. По итогам 2017 года по

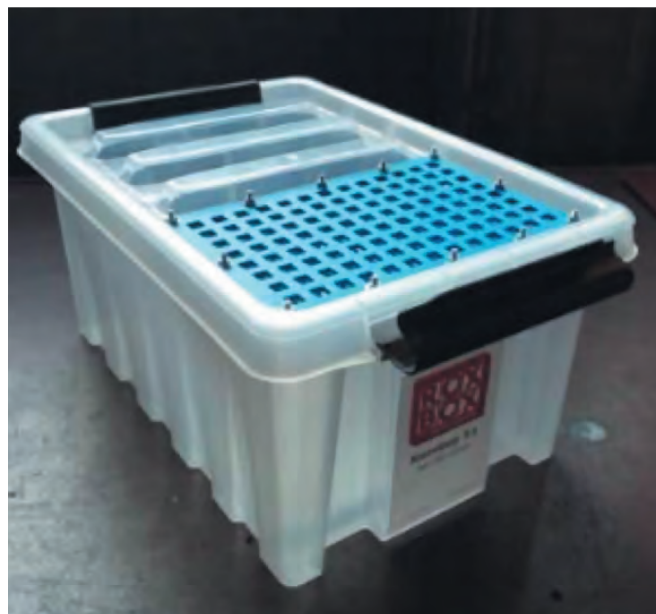


Рис.2. Образец контейнера с мембранными вставками.
Fig.2. Sample container with membrane inserts.

России средний уровень использования производственных мощностей составил 56,86%. Наибольший уровень использования производственных мощностей наблюдается в Приволжском и Северо-Кавказском федеральных округах – 87% и 70,3% соответственно. Лидирующие по производству овощных консервов предприятия ЦФО и ЮФО имеют загруженность производственных мощностей только наполовину – 56,4% и 52,2% соответственно. На полную мощность работают предприятия Рязанской области, Пермского края, Республики Адыгея, Костромской области. Достаточно высок уровень использования производственных мощностей в Волгоградской, Нижегородской и Саратовской областях, Кабардино-Балкарской Республике, Приморском крае [2].

Недостаточная загруженность и неполное использование мощностей связаны, прежде всего, нехваткой высококачественного сырья, а также использованием морально устаревшего оборудования, часть которого осталась с советских времен, отсутствием отлаженных цепочек поставок сырья и готовой продукции. Для каждого овощеперерабатывающего предприятия, как и в других отраслях пищевой перерабатывающей промышленности, обеспеченность сырьем в необходимых количествах – весьма актуальная задача. Для изготовления высококачественного продукта целесообразно и с экономической точки зрения обосновано использование местного сырья. В себестоимости продукции, производимой плодоовощной промышленностью, более 70% составляет стоимость основного сырья, от количества и качества зависит объем производства и большинство показателей консервов. Поэтому состояние сырьевой базы оказывает существенное влияние на эффективность работы консервного предприятия. По статистическим данным 2017 года, основные производители свежей овощной продукции в России – хозяйства населения, на долю которых приходится 72,8% (472 тыс. га) валового производства, с.-х. организации – 14,0% (91 тыс. га) и крестьянские (фермерские) хозяйства, производящие 13,2% (85 тыс. га) от общего количества [8,12,14,18,19,25].

Для импортозамещения по сырью в Госпрограмме развития сельского хозяйства до 2020 года предусмотрены меры, направленные на стимулирование выращивания на промышленной основе овощей, отвечающих требованиям, предъявляемым переработчиками. Тем не менее, промышленное производство овощей в существующих объемах недостаточно и не удовлетворяет потребности переработчиков.

Посевные площади овощных культур в России в среднем сосредоточены в трех федеральных округах: Южном – 28,6%, Центральном – 24,4%, Приволжском – 20,8%. Лидерство этих трех регионов обусловлено благоприятными климатическими условиями для развития овощеводства и, как следствие, концентрацией на их территории крупнейших перерабатывающих предприятий. За последние три года происходит ощутимый процесс импортозамещения по некоторым видам консервированной продукции [1,2,4,8,9,15].

Еще в начале двухтысячных годов до 80% зеленого горошка поставляли в Российскую Федерацию из Венгрии, Сербии, Беларуси и Китая. Сегодня большая часть реализуемого на рынок зеленого горошка выращена и изготовлена в России. Однако не вся продукция, которая вырабатывается у нас, имеет высокое качество. Большую долю составляет продукция из восстановленного зеленого горошка, произведенного из импортного, в основном канадского, сухого горошка. Технологические проблемы, связанные с изготовлением консервированного зеленого горошка при использовании соответствующих сортов связаны с тем, что уборка должна быть организована за очень короткий период. Сорта с мозговым зерном предпочтительнее, т.к. снижение содержания сахаров и накопление крахмала по мере созревания и, следовательно, ухудшение вкуса и огрубление зерна у них происходит медленнее, чем у гладкозерных. Убирать горох надо при содержании в семенах сахаров в пределах 5-8%, а крахмала – не более 3-5%. Для соблюдения этих условий сорта с мозговым зерном следует убирать за 4-6 суток, а гладкозерные – всего за 2-3 [28,32,34,38,39,45].

В развитии российской консервной промышленности миновал период, когда надо было произвести товар любого качества по низкой цене. Иностранцы инвесторы сегодня ведут свою политику с учетом этого [3]. Пример – французская компания

«Бондюэль». В Краснодарском крае она построила завод «Бондюэль-Кубань» по производству консервов из зеленого горошка и сахарной кукурузы мощностью более 100 млн условных банок в год. В строительство предприятия и создание сырьевой зоны вложено несколько десятков млн евро. Компания, наряду с высокотехнологичным консервным производством, создала неплохую сырьевую базу на арендованных землях, используя своих агрономов, собственные семена и оборудование. Инженерно-технические специалисты и рабочие завода прошли курс обучения во Франции. Опыт компании «Бондюэль» указывает возможный путь возрождения производства и другой крупнотоннажной консервированной плодоовощной продукции, в том числе концентрированных томатпродуктов [3].

В томатной группе производство кетчупов и соусов томатных, паст и пюре в 2017 году возросло на 21,4% и достигло 583,3 млн условных банок. Производство томатного сока возросло на 12,7% и составило 368,3 млн условных банок. Еще в советские годы крупные предприятия, изготавливающие томатпродукты, были расположены в Краснодарском крае, Астраханской, Волгоградской, Ростовской областях. До недавнего времени в России томатную пасту практически не производили, отечественные производители конечной продукции импортировали томатную пасту в бочках для последующей переработки и фасовки под собственными торговыми марками. С 2013 по 2017 год производство томатной пасты и пюре в стране выросло в 2,5 раза: с 54,4 до 135,1 тыс. т. Наибольшие темпы прироста показателя отмечались в последние годы, что связано с запуском нескольких крупных проектов. В 2016 году на юге России заработали два завода по переработке томатов – АПК «Астраханский» (Астраханская область) и завод компании «Овощи Юга» (Кабардино-Балкарская Республика). За 2016 год новые предприятия произвели 7 тыс. т и 8 тыс. т концентрированной томатной пасты соответственно. В 2017 году их объемы выпуска выросли до 30 и 14 тыс. т соответственно [3].

С 2013 по 2017 годы объем импортных поставок томатной пасты и пюре в Россию снизился на 15,9%: с 143,5 до 120,7 тыс. т. Сокращение показателя относительно предыдущих лет наблюдалось в 2015 и в 2017 годы – на 12,8 и 19,5% соответственно. В 2015 году импорт томатной пасты и пюре в страну заметно снизился из-за целого ряда стран. Так, в 2015 году на российский рынок прекратились поставки из Украины (в 2014 году они составляли около 10 тыс. т), поставки из Португалии снизились на 9,9 тыс. т, из Ирана – на 6,5 тыс. т, из Турции – на 3,2 тыс. т, из Италии – на 3,0 тыс. т. Однако основной причиной снижения показателя в 2017 году стало падение импорта из Китая на 27,5 тыс. т. Традиционно Китай – крупнейший поставщик томатной пасты и пюре на российский рынок, его доля в поставках в 2017 году составила 59,8% [18].

По прогнозам Business Stat – крупнейшего в России и в странах СНГ разработчика готовых обзоров промышленных и потребительских рынков, в 2018-2022 годах производство томатной пасты и пюре в стране продолжит расти на 3,2-14,7% в год [3]. К концу периода выпуск достигнет 181,6 тыс. т, что превзойдет значение 2017 года на 34,4%.

Крупные производители томатной пасты и пюре, выпускающие качественную продукцию: Нижегородский масложировой комбинат, «Эссен Продакшн АГ», «Бондюэль-Кубань», «Пищевик», «Кубань-Ти», «Полтавские консервы», Компания «СКМТ», Славянский консервный комбинат и др. [19]

Вырабатывают следующие виды томатпродуктов: томатный сок (не менее 4,5-5% сухого вещества), томат-пюре (12-15-20%), томат-пасту (30-35-40-45-50% сухого вещества, для соленой без учета соли 27-32-37%) и томатные соусы. Как сырье наиболее подходят высокоурожайные сорта, у которых отношение массовой доли растворимого сухого вещества к нерастворимому (семена, кожица, мякоть, сосудистые волокна) больше 3. Важно, чтобы при протирании количество отходов (вытерок) было небольшим, т.е. чтобы фрукты были вполне зрелыми (красными), с малым содержанием клетчатки, без грубых зеленых участков [3]. Таким требованиям отвечают сорта Аделина, Розовый агат, Баллада и др. Время от съема фруктов до переработки должно быть минимальным, иначе значительная часть сухого вещества израсходуется на дыхание, и выход томатпродуктов снизится. Оптимальное время не более 48 ч. [18,22,24,28,39,45]

Крупные производители в целях завоевания надежных пози-

ций на российском рынке и обеспечения производства собственным сырьем, осваивают зарубежные технологии выращивания овощей, разрабатывают уникальные рецепты консервирования, основанные на вкусах и предпочтениях российских потребителей. В то же время, например, в производстве томатной пасты и кетчупа, в подавляющем числе случаев используют китайскую томатную пасту, импортируемую в бочках, а почти половину консервированных огурцов производят в России из индийского бочкового огурца, перефасованного в банки. Доля отечественной консервации увеличивается в тех сегментах, где производитель может использовать российские овощи, такие как кабачки, перец, баклажаны, томаты и другие овощи [3]. Консервированные огурцы из пикулей, корнишонов, производимых под отечественными торговыми марками из индийского или китайского полуфабриката, имеют более высокую цену по сравнению с отечественными. Обычно огуречное сырье доставляют в бочках в сульфитированном виде, с высокими концентрациями поваренной соли (15% хлорида натрия) или с переизбытком уксусной кислоты (2%). На отечественных предприятиях их вымачивают в течение не менее трех суток в ваннах с проточной холодной водой. Во время вымачивания в воде даже небольшие количества полезных веществ, которые имеются в импортном огуречном сырье, вымываются. Фактически остается только привлекательный внешний вид [3]. Высококачественные консервированные огурцы можно изготавливать только из свежего сырья с добавлением натуральных пряно-ароматических трав и специй. Однако промышленное выращивание огурцов довольно трудоемко. Было бы неплохо учесть опыт фермеров США. Суть в том, что для промышленного выращивания используют сорта и гибриды огурца, дающие плоды одновременно. Расстояние между растениями в ряду 10 см. Особенность применяемых сортов в том, что плоды при созревании растут не в длину, а приобретают бочковидную форму. Убирают специальными комбайнами, растение вместе с плодами убирают полностью. Вегетативную часть удаляют как отход, а плоды огурцов сортируют по размеру. Крупные бочковидные огурцы идут на засолку, затем режутся на кольца и используются для гамбургеров, мелкие на консервирование. Уборка и первичная сортировка полностью механизирована [6].

В нашей стране большой интерес представляет рынок замороженной овощной продукции. Любой процесс консервирования тем лучше, чем меньше изменения он вызывает в продуктах в сравнении с их первоначальными свойствами, и чем более длительный срок хранения он обеспечивает. Сегодня из приме-

няемых в промышленных масштабах методов консервирования продуктов процессы холодильной обработки и замораживания лучше всего, поскольку, с одной стороны, они по отношению к другим процессам консервирования вызывают более слабые изменения продуктов, а с другой – обеспечивают достаточно долгую для практических целей сохраняемость продукта. Быстрое замораживание самого широкого ассортимента продукции повышенной степени готовности для индивидуального потребления и общественного питания экономит затраты труда в этих сферах. Замена дефицитной стеклянной и жестяной тары более экономичными видами упаковки на основе полимерных материалов – также важное преимущество консервирования холодом [1, 2, 14, 16, 29, 44].

Ориентировочная продолжительность замораживания некоторых овощей зависит от скорости охлаждающего воздуха, размера овощей и температуры охлаждающего воздуха.

Растительные продукты россыпью и фасованные в скороморозильных аппаратах непрерывного действия замораживают при температуре охлажденного воздуха $-30 \pm 5^\circ\text{C}$ до температуры в толще продукта -18°C .

Немалый интерес представляет переработка грибов. Популярным и любимым продуктом они стали с незапамятных времен, однако их промышленное производство фактически было налажено только во второй половине XX века. Уже в девяностые годы доля потребления дикорастущих грибов в развитых странах составляла не более 20%. В нашей стране еще до 1991 года выращиванием грибов занимались хозяйства под Москвой, Ленинградом (Санкт-Петербургом), Кишиневом, Свердловском (Екатеринбургом). Мировым лидером в культивировании грибов уже тогда был Китай. Наибольшее распространение среди культивируемых грибов в России и во всем мире получили шампиньон и вешенка [3]. При этом доля первых в структуре мирового производства грибов составляет 80%, в России – 86,7%. Доля производства вешенки в России составляет немногим более 13%. Шампиньоны идеальны для культивирования, их выращивание имеет долгую историю, а современные технологии доведены до полной автоматизации. Вешенка понижает уровень холестерина в организме, помогает снизить риск атеросклероза [4].

Значительное увеличение производства произошло в последние два десятилетия. Помимо ухудшения экологической ситуации этому способствовали появление высокопродуктивных штаммов грибов и разработка новых интенсивных технологий.

● Литература

1. Банадысев С.А. Специфика активного вентилирования сочного растительного сырья [Электронный ресурс]. – Научная статья. – Электронный ресурс: http://www.ebmpapst.ua/media/download/articles/2013_2/Banadisev_-_Specifika_aktivnogo_ventilirovaniya.pdf (19.05.2018).
2. Возняковский, А.П., Кудояров, М.Ф., Патрова, М.Я. Модификация поверхности трековой мембраны ультратонкими плёнками полисилоксановых блоксополимеров // Письма ЖТФ. – 2007. – Т.33. – №16. – С.86-94.
3. Гаспарин Ш.В. Ресурсосберегающие технологии при производстве продуктов питания из плодовоовощного сырья. М.: ООО «Реарт», 2017. – 124 с.
4. Ильинский А.С., Гладков Е.В. Прогрессивная технология хранения фруктов и овощей / А.С. Ильинский, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор ООО «Инновацион-М», Е.В. Гладков, генеральный директор ООО «Инфрост» // Холодный бизнес. – 2008. – №9. – С.26-28.
5. Использование озона для хранения фруктов, овощей, других продуктов [Электронный ресурс]. – Электронный ресурс: <http://www.ozonika.ru/2008/10/ispolzovanie-ozona-dlja-hraneniya-fruktovo-ovoshhej-drugih-produkto> (19.05.2018).
6. Как организовать хранение плодовоовощной продукции на складе? [Электронный ресурс]. – Электронный ресурс: <http://skladovoy.ru/xranenie-plodoovoshhnoj-produkcii-na-sklade.html> (18.03.2018).
7. Калинин А.Б. Совершенствование систем хранения картофеля и овощей / А.Б.Калинин, доктор технических наук, профессор кафедры ТПРМ СПбГАНУ // Сельскохозяйственные Вести. – 2009. – №3. [Электронный ресурс]. – Электронный ресурс: <https://agri-news.ru/zhurnal/2009/E2%84%963/2009/xranenie-sovshhenstvovanie-sistem-xraneniya-kartofelya-i-ovoshhej.html> (19.03.2018).
8. Кудояров М.Ф., Козловский М.А., Патрова М.Я., Потокин И.Л., Анкудинов А.В. Трековые мембраны на основе плёнки из полиэтилентерефталата толщиной 20 мкм, полученные на пучке ионов аргона с пробегом меньше толщины пленки // Письма ЖТФ. – 2016. – Т.42. – №13. – С.87-95.
9. Колодяжная В.С., Коидов Ш.М. Кинетика реакций окисления субстратов дыхания столовых сортов винограда при холодильном хранении с применением трековых мембран // Вестник МАХ, Технология продовольственных продуктов. – 2015. – №1. – С.29.
10. Колодяжная В.С., Коидов Ш.М. Фитопатологические заболевания столовых сортов винограда при холодильном хранении с применением трековых мембран // Материалы шестой Международной НТК «Низкотемпературные и пищевые технологии XXI века». – Санкт-Петербург, 2013. – С.413-414.
11. Коидов Ш.М. Разработка технологии холодильного хранения столовых сортов винограда с применением трековых мембран // Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, Санкт-Петербург, 2016.
12. На Кубани объем продукции АПК в 2017г. вырос до 392 млрд. р. [Электронный ресурс]. – Электронный ресурс: <https://www.grainprice.ru/news/tag/2/3560-valovyj-sbor-frukto> (18.01.2018).
13. Неменушая Л.А. Современные технологии хранения и переработки плодовоовощной продукции / Л.А. Неменушая, Н.М. Степанищева, Д.М. Соломатин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 172 с.
14. Рекомендации по выращиванию моркови от компании Наско [Электронный ресурс]. – Электронный ресурс: <https://www.nasko.ua/ru/новости-наско/191-рекомендации-по-выращиванию-овощей/carrot-cultivation/265-рекомендации-по-выращиванию-моркови-от-компании-наско> (19.01.2018).
15. Рекомендуемые условия хранения овощей и фруктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.infrost.com.ua/articles/vegetable_storage/storage_temperature.html (19.01.2018).
16. Русанова Л.А. Современные способы хранения фруктов, овощей, ягод и винограда / Л.А. Русанова // Сфера услуг: инновации и качество. – 2013. – №13. – 11 с.
17. Сельское хозяйство, агропромышленный и рыболовственный комплекс: некоторые важные результаты и показатели 2016г. [Электронный ресурс]. – Отчет Правительства РФ от 19.04.2017. – Электронный ресурс: <http://government.ru/info/27222/> (18.01.2018).
18. Технологии хранения овощей и фруктов [Электронный ресурс]. – Электронный ресурс: <http://ogorodnik.ru/технологии-хранения/> (19.01.2018).
19. Три кита хранения овощей и фруктов [Электронный ресурс]. – Электронный ресурс: <http://agbz.ru/articles/tri-kita-hraneniya-ovoshhej-i-frukto> (18.01.2018).
20. Хранение овощей и фруктов [Электронный ресурс]. – Электронный ресурс: <http://dialog-lab.com/xranenie-ovoshhej-i-frukto/> (19.01.2018).
21. Шафранский В.Г. Некоторые секреты уборки лука репки [Электронный ресурс]. – Электронный ресурс: https://www.greeninfo.ru/vegetables/allium_cepа.html/Article/_/aId/5630 (19.01.2018).
22. Azeredo, H. Nanocomposite edible films from mango puree reinforced with cellulose nanofibers // Journal Food Science. 2009. Vol.74, Is.5. P.31-35.
23. Adams G.P., Prairie D.M. Proc. 5th Int. Symp. Anaerobic Digestion, Bologna/ 1988. P.221-230.
24. Baldwin, E. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. 2011, 2nd ed. Boca Raton: CRS Press. 460 p.
25. Borja R., Alba J., Carrido S.E. Effect of aerobic pretreatment with *Aspergillus terreus* on the anaerobic digestion of olive-mill wastewater. Biotechnol and Appl. Biochem., 1995. Vol.22. N2. P.233-246.
26. Cagri, A. Inhibition of three pathogens on bologna and summer sausage using antimicrobial edible films // Journal of Food Science. 2002. Vol. 67. №6. P.2317-2324.
27. Chudoba J. et al. Control of activated sludge filamentous bulking. V. Experimental verification of a kinetic selection theory. Water Research, 1985. Vol.19. N2. P.191-195.
28. Chudoba J. et al. Control of activated sludge filamentous bulking. VI. Formulation of basic principles. Water Research, 201. Vol. 19. N8. P.1013-1022.
29. Cliff R. C. Anderews J. F. Predicting the dynamics of oxygen utilization in activated sludge process. Journal W.P.C.F. 2011. Vol.53. N7. P.1219-1232.

30. Efendiev MB, Chalkin SF, Kazarin LA, Iaguzhinskii LS. IR-luminescence of low-stability aqueous structures (theory and experiment) *Biophysika*. 2014. V.49. 6. P.965-9.
31. Fermentation microbiology and biotechnology M. T. El-Mansi [et al.]. Boca Raton, FL [etc.], 2012. (3rd ed.)
32. Fesenko E.E., Gluvstein A.Ya. Changes in the state of water, induced by Fennema O.R. Water and Ice. In: *Food Chemistri* 1985. №28. P.25 - radiofrequency electromagnetic fields *FEBS Lett.*, 1995. 366 P.53-55.
33. Finney John L. Water? Whats so special about it? *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 2004. V.359. P.1145-1165.
34. Girardi G. Waste management: Business management// Girardi G. Australian CPA. 2010. T.70. №2. P.32.
35. Gong W.L., Sears K.J., Alleman J.E. Toxicity of model aliphatic amines and their chlorinated forms // *Environ Toxicol Chem.* 2014. V.23. №2. P.239-244.
36. Gupta R. Storage stability of lycopene in tomato juice subjected to combined pressure-heat treatments / Gupta R., Balasubramanian V.M., Schwartz S.J., Francis D.M. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. T.58. №14. P.8305-8313.
37. Henry M. Thermodynamics of hydrogen bond patterns in supramolecular assemblies of water molecules *Chemphyschem*. 2012. V.3. №7. P.607-16
38. Higashiyama Y. Recent progress in electrostatic separation Technology / Higashiyama Y., Asano K. // *Particulate Science and Technology: An International Journal*. Oct 2017, Vol. 19. 78 p.
39. Joanne E. Drinan, Frank Spellman *Water and Wastewater Treatment: A Guide for the No engineering Professional*. 2013.
40. Krepper, E. Measurements and CFX simulations of a bubbly flow in a vertical pipe Text. / E. Krepper and H.-M. Prasser // In *AMIFESF Workshop, Computing methods for two-phase flow*. 2010. P.1-8.
41. Kumar P., Buldyrev S.V., Starr F.W., Giovambattista N., Stanley H.E. Thermodynamics, structure and dynamics of water confined between hydrophobic plates *Phys*.
42. Rev. E. 72. 2015. P.051503-1 051503-12.
43. Kuoler-Lai., Klein M.L. Structure of protonated water clusters: Low-energy structures and finite temperature behavior// *Chem. Phys.* 2005. V.122. P.516-1-024516-9.
44. Lokotosh T.V., Malomuzh N.P., Zakharchenko V.L. Anomalous density and permittivity effects on the structure of water / *Journal of Structural Chemistry*. 2003. T. 44. №6. P.1031-1035.
45. López-Ortiz, A. Effects of Drying Air Temperature on the Structural Properties of Garlic Evaluated During Drying / López-Ortiz, A.; Rodríguez-Ramírez, J.; Méndez-Lagunas, L.L. // *International Journal of Food Properties*. Dec2013, Vol. 16 Issue 7, pp. 1516-1529. DOI: 10.1080/10942912.2011.599090.
46. Ludwig R. Protonated water clusters: the third dimension *Chemphyschem*. 2014. V.5. №10. P.495-7.
47. Marita Cantwell Impact of Storage Conditions on Grape Tomato Quality / Marita Cantwell, Xunli Nie, Gyunghoon Hong // 6th ISHS Postharvest Symposium Antalya, Turkey. 2009, April 8-12.
48. Progress in biotechnology Proceedings / First Intern. conf. on high pressure bioscience a. biotechnology (HPBB-2000), 26-30, Nov. 2000, Kyoto, Japan; Ed. by Rikimaru Hayashi. Москва, 2014. Том Trends in high pressure bioscience and biotechnology.
49. Raptis D. Calculation of electrostatic fields and electrostatic induction by charge simulation techniques 2012.
50. Tan, M. Effect of osmotic pre-treatment and infrared radiation on drying rate and color changes during drying of potato and pineapple // M. Tan, K. Chua, A. Mujumdar, S. Chou // *Drying Technology*. Oct 2011, Vol. 19. 15 p.
51. Verstraete W., De Beer D., Pena M., Lettinga G., Lens P. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 2016, 12. P.221-238.
52. Завьялов М.А., Шишкина Н.С., Карастоянова О.В., Степанисцева Н.М., Шаталова Н.И., Борченкова Л.А., Кухто В.А., Левшенко М.Т., Филиппов В.П. Использование комбинированного воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты, ультрафиолетового излучения и озона (СВЧ-УФ-О3) при подготовке растительного сырья к замораживанию // *Холодильная техника*. №2. С.54-58.
53. Перспективы применения ионизирующего облучения для обеспечения микробиологической безопасности пищевой продукции. Грачева А.Ю., Илюхина Н.В., Завьялов М.А., Филиппов В.П., Павлов Ю.С., Полякова С.П., Прокопенко А.В. Сборник научных трудов XII Международного семинара по проблемам ускорителей заряженных частиц «Проблемы коллайдеров и ускорителей заряженных частиц». Ускорители для прикладных целей. г. Алушта, 03-08 сентября 2017 г.
54. Исследование и разработка комплексной технологии холодильного хранения овощей и фруктов с применением физических методов антисептирования. Шишкина Н.С., Карастоянова О.В., Шаталова Н.И., Борченкова Л.А., Степанисцева Н.М., Глазков С.В. Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции», г. Краснодар, 2017. – С.474-478.
- **References**
1. Banadysev S.A. The specifics of active ventilation of succulent plant materials [Electronic resource]. http://www.ebmpapst.ua/media/download/articles/2013_2/Banadysev_-_Spetsifika_aktivnogo_ventilirovaniya.pdf (19.05.2018).
2. Wozniakowski A.P. and Kudoyarov M.F., Petrova, M.J. Modification of track membranes by ultrathin films of polysiloxane block copolymers // *Technical Physics Letters*. 2007. Vol.33. №16. P.86-94.
3. Gasparyan Sh.V. Resource-Saving technologies in the production of food from fruit and vegetable raw materials. M.: OOO "Reart", 2017. 124 p.
4. Ilyinsky A.S., Gladkov E.V. Progressive technology of storage of fruit and vegetables // *Cold business*. 2008. №9. P.26-28.
5. The use of ozone for the storage of fruits, vegetables and other products [Electronic resource]. <http://www.ozonika.ru/2008/10/ispolzovanie-ozona-dlja-hraneniya-fruitov-ovoshhej-drugih-produktov> (19.05.2018).
6. How to organize storage of fruits and vegetables in stock? [Electronic resource]. <http://skladovoy.ru/xranenie-plodoovoshhnoj-produkcii-na-sklade.html> (18.03.2018).
7. Kalinin A.B. Improving the storage systems of potatoes and vegetables // *Agricultural News*. 2009. №3. [Electronic resource]. <https://agri-news.ru/zurnal/2009/02/E2%84%963/2009/xranenie/sovershenstvovanie-sistem-xraneniya-kartofelya-i-ovoshhej.html> (19.03.2018).
8. Kudoyarov M.F., Kozlovsky M.A., Petrova M.J., Potokin I.L., Ankudinov A.V. Track membranes based on polyethylene terephthalate film thickness of 20 microns, obtained on a beam of argon ions with a run less than the film thickness // *letters of the ZhTF*. 2016. Vol. 42. №13. P.87-95.
9. Kolodyaznaya V.S., Koidov Sh.M. Kinetics of the oxidation reactions of substrates of respiration of table grapes in cold storage with the use of track membranes // *Vestnik MAKH, Technology of food products*. 2015. №1. P.29.
10. Kolodyaznaya V.S., Koidov Sh.M. Phytopathological diseases of table grapes in cold storage with the use of track membranes // *Proceedings of the sixth International scientific-technical conferences "low-temperature and food technologies in XXI century"*. Saint-Petersburg, 2013. P.413-414.
11. Koidov Sh.M. Development of technology for cold storage of table grapes with the use of track membranes // *Dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences*. St. Petersburg, 2016.
12. In Kuban, the volume of agricultural production in 2017 to 392 billion rubles. [Electronic resource]. <https://www.grainprice.ru/news/tag/2/3560-valovyi-sbor-fruitov> (18.01.2018).
13. Nemenushaya L.A. Modern technologies of storage and processing of fruits and vegetables / Moscow: FGNU "Rosinformagrotekh", 2009. 172 p.
14. Recommendations for growing carrots from the company Nasko [Electronic resource]. <https://www.nasko.ru/новости-наско/191-рекомендации-по-выращиванию-овощей/carrot-cultivation/265-рекомендации-по-выращиванию-моркови-от-компани-наско> (19.01.2018).
15. Recommended storage conditions for vegetables and fruits [Electronic resource]. - Access mode: http://www.infrost.com.ua/articles/vegetable_storage/storage_temperature.html (19.01.2018).
16. Rusanova L.A. Modern methods of storage of fruits, vegetables, berries and grapes // *Sector of service: innovation and quality*. 2013. №13. 11 p.
17. Agriculture, agro-industrial and fisheries complex: some important results and indicators for 2016 [Electronic resource]. - Report of the Government of the Russian Federation dated 04.19.2017. <http://government.ru/info/27222/> (18.01.2018)
18. Technology storage of fruits and vegetables [Electronic resource]. <http://ovoshchexraniliще.рф/технологии-хранения/> (19.01.2018).
19. Three whales store vegetables and fruits [Electronic resource]. <http://agbz.ru/articles/tri-kita-hraneniya-ovoshchey-i-fruitov> (18.01.2018).
20. Storage of fruits and vegetables [Electronic resource]. <http://dialog-lab.com/xranenie-ovoshhej-i-fruitov/> (19.01.2018).
21. Shafransky V.G. Some secrets of harvesting onions turnips [Electronic resource]. https://www.greeninfo.ru/vegetables/allium_сepa.html/Article/_/aID/5630 (19.01.2018).
22. Azeredo, H. Nanocomposite edible films from mango puree reinforced with cellulose nanofibers // *Journal Food Science*. 2009. Vol.74, Is.5. P.31-35.
23. Adams G.P., Prairie D.M. Proc. 5th Int. Symp. Anaerobic Digestion, Bologna/ 1988. P.221-230.
24. Baldwin, E. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. 2011, 2nd ed. Boca Raton: CRS Press. 460 p.
25. Borja R., Alba J., Carrido S.E. Effect of aerobic pretreatment with *Aspergillus terreus* on the anaerobic digestion of olive-mill wastewater. *Biotechnol and Appl. Biochem.*, 1995. № Vol.22. №2. P.233-246.
26. Cagri, A. Inhibition of three pathogens on bologna and summer sausage using antimicrobial edible films // *Journal of Food Science*. 2002. Vol. 67. №6. P.2317-2324.
27. Chudoba J. et al. Control of activated sludge filamentous bulking. V. Experimental verification of a kinetic selection theory. *Water Reseach*, 1985. Vol.19. №2. P.191-195.
28. Chudoba J. et al. Control of activated sludge filamentous bulking. VI. Formulation of basic principles. *Water Reseach*, 201. Vol. 19. №8. P.1013-1022.
29. Clifft R. C. Anderewes J. F. Predicting the dynamics of oxygen utilization in activated sludge process. *Journal W.P.C.F.* 2011. Vol.53. №7. P.1219-1232.
30. Efendiev MB, Chalkin SF, Kazarin LA, Iaguzhinskii LS. IR-luminescence of low-stability aqueous structures (theory and experiment) *Biophysika*. 2014. V.49. 6. P.965.
31. Fermentation microbiology and biotechnology M. T. El-Mansi [et al.]. Boca Raton, FL [etc.], 2012. (3rd ed.)
32. Fesenko E.E., Gluvstein A.Ya. Changes in the state of water, induced by Fennema O.R. Water and Ice. In: *Food Chemistri* 1985. №28. P.25 - radiofrequency electromagnetic fields *FEBS Lett.*, 1995. 366 P.53-55.
33. Finney John L. Water? Whats so special about it? *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 2004. V.359. P.1145-1165.
34. Girardi G. Waste management: Business management// Girardi G. Australian CPA. 2010. T.70. №2. P.32.
35. Gong W.L., Sears K.J., Alleman J.E. Toxicity of model aliphatic amines and their chlorinated forms // *Environ Toxicol Chem.* 2014. V.23. №2. P.239-244.
36. Gupta R. Storage stability of lycopene in tomato juice subjected to combined pressure-heat treatments / Gupta R., Balasubramanian V.M., Schwartz S.J., Francis D.M. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. T.58. №14. P.8305-8313.
37. Henry M. Thermodynamics of hydrogen bond patterns in supramolecular assemblies of water molecules *Chemphyschem*. 2012. V.3. №7. P.607-16
38. Higashiyama Y. Recent progress in electrostatic separation Technology / Higashiyama Y., Asano K. // *Particulate Science and Technology: An International Journal*. Oct 2017. Vol. 19. 78 p.
39. Joanne E. Drinan, Frank Spellman *Water and Wastewater Treatment: A Guide for the No engineering Professional*. 2013.
40. Krepper, E. Measurements and CFX simulations of a bubbly flow in a vertical pipe Text. / E. Krepper and H.-M. Prasser // In *AMIFESF Workshop, Computing methods for two-phase flow*. 2010. P.1-8.
41. Kumar P., Buldyrev S.V., Starr F.W., Giovambattista N., Stanley H.E. Thermodynamics, structure and dynamics of water confined between hydrophobic plates *Phys*.
42. Rev. E. 72. 2015. P.051503-1 051503-12.
43. Kuoler-Lai., Klein M.L. Structure of protonated water clusters: Low-energy structures and finite temperature behavior// *Chem. Phys.* 2005. V.122. P.516-1-024516-9.
44. Lokotosh T.V., Malomuzh N.P., Zakharchenko V.L. Anomalous density and permittivity effects on the structure of water / *Journal of Structural Chemistry*. 2003. T.44. №6. P.1031-1035.
45. López-Ortiz, A. Effects of Drying Air Temperature on the Structural Properties of Garlic Evaluated During Drying / López-Ortiz, A.; Rodríguez-Ramírez, J.; Méndez-Lagunas, L.L. // *International Journal of Food Properties*. Dec2013, Vol. 16 Issue 7, pp. 1516-1529. DOI: 10.1080/10942912.2011.599090.
46. Ludwig R. Protonated water clusters: the third dimension *Chemphyschem*. 2014. V.5. №10. P.495-7.
47. Marita Cantwell Impact of Storage Conditions on Grape Tomato Quality / Marita Cantwell, Xunli Nie, Gyunghoon Hong // 6th ISHS Postharvest Symposium Antalya, Turkey. 2009, April 8-12.
48. Progress in biotechnology Proceedings / First Intern. conf. on high pressure bioscience a. biotechnology (HPBB-2000), 26-30, Nov. 2000, Kyoto, Japan; Ed. by Rikimaru Hayashi. Москва, 2014. Том Trends in high pressure bioscience and biotechnology.
49. Raptis D. Calculation of electrostatic fields and electrostatic induction by charge simulation techniques 2012.
50. Tan, M. Effect of osmotic pre-treatment and infrared radiation on drying rate and color changes during drying of potato and pineapple // M. Tan, K. Chua, A. Mujumdar, S. Chou // *Drying Technology*. Oct 2011. Vol. 19. 15 p.
51. Verstraete W., De Beer D., Pena M., Lettinga G., Lens P. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 2016, 12. P.221-238.
52. The use of combined effects of electromagnetic fields of ultrahigh frequency, ultraviolet radiation and ozone (microwave-UV-O3) in the preparation of plant materials for freezing. Zavyalov M.A., Shishkin N., Karastoyanova O.V., Stepanisheva N.M., Shatalova N. And. Borzenkova L.A., Kuchta V., Levshenko T.M., Filipovich, V. // *Kholodilnaya Tekhnika*. No. 2. P.54-58.
53. Prospects for the use of ionizing radiation to ensure microbiological safety of food products. Gracheva A.Yu., Ilyukhina N.V., Zavyalov M.A., Filipovich V.P., Pavlov Yu.S., Polyakova S.P., Prokopenko A.V. Collection of scientific papers of the XII international seminar on charged particle accelerators, "Problems of colliders and charged particle accelerators". Accelerators for applied purposes. Alushta, 03-08 September, 2017.
54. Research and development of integrated technologies for cold storage of vegetables and fruits with the use of physical methods of preservation. Shishkina N.S., Karastoyanova O.V., Shatalova N.I., Borchenkova L.A., Stepanisheva N.M., Glazkov S.V. Materials of the International scientific-practical conference "Innovative research and development for scientific support for the production and storage of environmentally safe agricultural and food products", Krasnodar, 2017. P.474-478.