

10,000



1 0000010-10820 17

Подписано в печать 03.02.2014. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Ризография.

Усл. печ. л. 1,7. Уч.-изд. л. 1,8.

Тираж 80 экз. Заказ 17.

Учреждение образования

«Могилевский государственный университет продовольствия».

ЛИ № 02330/630 от 31.01.2012 г.

Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.

Отпечатано в учреждении образования

«Могилевский государственный университет продовольствия».

Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.

2.И/168156
(039)

Учреждение образования
«Могилевский государственный университет продовольствия»

УДК 664.8.03:664.854

КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

**НИКИТЕНКО
АНАСТАСИЯ НИКОЛАЕВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ЧИПСОВ ИЗ ЯБЛОК,
РАЙОНИРОВАННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.18.01 Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства

Могилев, 2014

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент
Егорова Зинаида Евгеньевна, доцент кафедры физико-химических методов сертификации продукции учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Мазур Анатолий Макарович, профессор кафедры технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»;

кандидат технических наук, доцент
Тимофеева Валентина Николаевна, заведующая кафедрой технологии пищевых производств учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия»

Оппонирующая организация РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»

Защита состоится «12» марта 2014 года в 15⁰⁰ часов на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.17.01 в учреждении образования «Могилевский государственный университет продовольствия» по адресу: 212027, Республика Беларусь, г. Могилев, проспект Шмидта, 3, аудитория 206, телефон ученого секретаря +375(222) 47-49-34, e-mail: mgur@mogilev.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия».

Автореферат разослан «7» февраля 2014 года.

Ученый секретарь Совета Д 02.17.01
по защите диссертации к.т.н., доцент

О.В. Мацикова

2 н/1/168156
(039)

ВВЕДЕНИЕ

Продукты быстрого приготовления, сухие завтраки и снеки становятся привычной частью современной культуры потребления. Инновационными направлениями развития пищевой промышленности, программами импортозамещения и развития плодоводства на 2004 – 2015 годы предусмотрено создание конкурентоспособных, безопасных и полноценных по питательным и потребительским свойствам пищевых продуктов [1–3]. Одним из путей реализации указанной задачи является развитие рынка снеков.

Ассортимент выпускаемых в Республике Беларусь чипсов на 80 % представлен продукцией переработки картофеля и зерновых, в то время как перспективным направлением является использование фруктов, в частности плодов яблони. Согласно статистическим данным, валовой сбор и урожайность семечковых культур в Республике Беларусь ежегодно повышается [4]. Кроме того, реализация Программы картофелеводства, овощеводства и плодоводства на 2011–2015 годы направлена на насыщение потребительского рынка страны отечественным фруктовым сырьем, в первую очередь яблоками, что на 10–50 % снизит себестоимость продуктов их переработки и повысит конкурентоспособность готовой продукции [2]. В связи с этим особый интерес представляет использование приспособленных к природным условиям Республики Беларусь высокопродуктивных и обладающих высокой пищевой ценностью сортов яблок для производства чипсов. Изучением химического состава яблок белорусского генофонда, их способности к длительному хранению и пригодности для консервирования занимались многие отечественные ученые – Вечер А.С., Марон Г.Х., Лойко Р.Э., Ширко Т.С., Савченко В.Ф., Криворот А.М., Козловская З.Л., Максименко М.Г. Однако в задачи их исследований не входил отбор сортов яблочного сырья для изготовления чипсов. Также практически отсутствуют комплексные исследования белорусских ученых по разработке конкурентоспособной технологии производства яблочных чипсов, а имеющиеся данные относятся к научному обоснованию параметров резки плодов яблони на пластины [5].

Данная диссертационная работа посвящена разработке технологии производства чипсов из яблок, районированных на территории Республики Беларусь, которая позволяет максимально сохранить микронутриенты исходного растительного сырья и получить безопасный продукт с высокими органолептическими свойствами, повышенной пищевой ценностью, полезный для всех возрастных групп населения.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами. Настоящая работа выполнялась на кафедре физико-химических методов сертификации продукции Учреждения образования «Белорусский государственный

технологический университет». Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований в Республике Беларусь на 2006–2010 годы, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 512 от 17 мая 2005 г., и на 2011–2015 годы, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 585 от 19 апреля 2010 г.

Часть исследований, представленных в диссертационной работе, выполнялась в рамках следующих научных программ и проектов: «Исследовать токсигенный потенциал типичной микробиоты продуктов растительного происхождения и ее устойчивость к барьерным факторам, применяемым в пищевой технологии» (отдельный проект Министерства образования РБ 2009–2010 гг., номер госрегистрации 20090947), «Влияние различных факторов на образование продуктов реакции Майяра в процессе производства и хранения чипсов из яблок» (грант Министерства образования РБ 2010 г., номер госрегистрации 20100525), «Разработка экспресс-методики микробиологического контроля для санитарно-гигиенического мониторинга пищевых, фармацевтических и других производств» (задание 3.05 подпрограмма 3 «Новые биотехнологии» ГПНИ «Фундаментальные основы биотехнологии» 2011–2012 гг., номер госрегистрации 20111585).

Цель и задачи исследований. Целью настоящей работы является разработка научно обоснованной технологии производства чипсов из яблок, районированных на территории Республики Беларусь, позволяющей максимально сохранить макро- и микронутриенты исходного растительного сырья и получить безопасный продукт с высокими органолептическими свойствами, с повышенной пищевой ценностью, полезный для всех возрастных групп.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- сравнить физико-химические и биохимические показатели плодов яблони культурных сортов белорусского генофонда и определить предпочтительные сорта для изготовления чипсов;
- изучить изменение физико-химических и биохимических показателей яблок в процессе хранения и на основании полученных данных определить оптимальные сроки их переработки на чипсы;
- обосновать режимы предварительной обработки яблочных пластин, обеспечивающие сохранность эссенциальных нутриентов исходного сырья;
- обосновать параметры конвективной сушки предварительно обработанных яблочных пластин, позволяющие получить готовый продукт, обладающий высокими органолептическими свойствами и содержащий не менее 20 % биологически активных веществ яблок;
- разработать научно обоснованную технологию производства яблочных чипсов и апробировать ее в производственных условиях;
- исследовать физико-химические показатели и показатели безопасности чипсов из яблок, установить срок хранения продукта;

– разработать и утвердить комплект технической документации для промышленного выпуска яблочных чипсов.

Объектами исследований были плоды яблони сортов Лучезарное, Антоновка обыкновенная, Минское, Алеся, Антей, Банановое, Белорусское малиновое, Вербное, Весялина, Имант в съемной степени зрелости и в процессе хранения; пластины яблок на стадии предварительной обработки и сушки; яблочные чипсы.

Предметом исследований являлись органолептические, физико-химические, биохимические, микробиологические и микроструктурные характеристики объектов исследований.

Положения, выносимые на защиту:

– сравнительная характеристика яблок по химическому составу (содержание сахаров – 7,0–10,6 %, свободных органических кислот – 0,6–1,4 %, пектиновых веществ – 1,0–1,3 %, аскорбиновой кислоты – 2,3–4,7 мг/100 г, белка – 0,12–0,27 %, в том числе общих аминокислот – 107,8–279,0 мг/100 г, среди которых на долю незаменимых приходится 21–35 %, фенольных соединений – 134,1–479,0 мг/100 г, в том числе флавонолов – 18,3–69,2 мг/100 г, суммарного количества катехинов и лейкоантоцианов – 8,6–44,3 мг/100 г), подтверждающая высокую пищевую ценность плодов яблони белорусского генофонда и позволяющая рекомендовать для переработки на чипсы в съемной степени зрелости сорта Лучезарное, Алеся и Весялина;

– количественные изменения химического состава яблок в процессе хранения, заключающиеся в повышении массовой доли сахаров на 3,1–14,6 %, снижении свободных органических кислот – на 22,0–57,0 %, пектиновых веществ – на 44,0–83,0 %, аскорбиновой кислоты – на 22,0–57,0 %, фенольных соединений – на 25,0–76,0 %, зависящие от сортовых особенностей и позволяющие установить следующие сроки их переработки: сорта Лучезарное, Антоновка обыкновенная, Минское, Алеся, Антей, Банановое, Весялина – с момента съема, Белорусское малиновое, Вербное – с 4-го мес. хранения, Имант – со 2-го мес. и до конца рекомендуемого срока хранения;

– режимы предварительной обработки яблочных пластин, отличающиеся составом раствора бланширования (35 % сахарозы, 1 % аскорбиновой кислоты, 1 % лимонной кислоты), температурой (75 °С), продолжительностью (3–5 мин) и обеспечивающие максимальное насыщение полуфабрикатов сахарами (до 21 %), инактивацию окислительно-восстановительных ферментов (аскорбинатаоксидазы на 80–93 %, пероксидазы – на 89–99 % и полифенолоксидазы – на 90–98 %), что позволяет получить яблочный полуфабрикат эластичной консистенции с содержанием аскорбиновой кислоты и флавонолов в среднем не менее 20 % и 89 % соответственно, белка – 93 %, незаменимых аминокислот – 92 % от исходного количества в сырье;

– параметры конвективной сушки (температура и скорость сушильного агента – 80 °С и 0,5 м/с), гарантирующие полную инактивацию окислительно-восстановительных ферментов и удаление свободной влаги до значений активности воды ниже 0,40, что обеспечивает стабильность готового продукта при хранении и

позволяет получить яблочные чипсы хрустящей консистенции, с максимальным сохранением цвета (содержание 5-гидроксиметилфурфузола не более 2,2 мг/100 г) и аромата исходного сырья, с высокой питательной ценностью (массовая доля общих сахаров (68,1±6,8)%, аскорбиновой кислоты (3,5±1,7) мг/100 г, пектиновых веществ (8,5±3,2)%, титруемых кислот (2,0±0,2)%, общее количество аминокислот – 305,3–1706,6 мг/100 г сухого вещества, в том числе незаменимых – 24,3–40,3%, среднее содержание минеральных веществ: калия – 263 мг/100 г, железа – 1 мг/100 г, серы – 43 мг/100 г, марганца – 0,1 мг/100 г, никеля – 0,02 мг/100 г, меди – 0,09 мг/100 г), что подтверждено результатами промышленной апробации.

Личный вклад соискателя. Диссертация является самостоятельно выполненной автором научной работой, обобщает результаты теоретических и экспериментальных исследований. Соискателем подобраны методы и методики исследований, их планирование и проведение, выполнен анализ литературных данных по теме диссертационной работы, анализ и статистическая обработка экспериментальных результатов, разработана научно обоснованная технология производства яблочных чипсов, разработана и утверждена техническая документация для серийного выпуска продукции.

Апробация результатов диссертации. Результаты работы были представлены и обсуждены на конференциях: V, VIII международной научной конференции студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств», 2006 и 2010 гг., Могилев, Могилевский государственный университет продовольствия; 70-й, 72–77-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, 2006, 2008–2013 гг., Минск, Белорусский государственный технологический университет; VII Международной научно-практической конференции «Пищевые технологии-2011», 29–30 сентября 2011 г., Одесса, Одесская национальная академия пищевых технологий; Международной научной конференции «Пищевая наука, техника и технологии», 2010 и 2011 г., Пловдив, Университет пищевых технологий; VI Международной научно-практической конференции «Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств», 2–3 октября 2007 г., Минск, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию; X Республиканской научной конференции студентов и аспирантов высших учебных заведений Республики Беларусь, 14–16 февраля 2006 г., Минск, Министерство образования Республики Беларусь; 59-й научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов, 26 апреля 2006 г., Ярославль, Ярославский государственный технологический университет; II Международном форуме «Аналитика и аналитики», 22–26 сентября 2008 г., Воронеж, Воронежская государственная технологическая академия; Международной научно-технической конференции «Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов и перспективы их развития», 25–27 ноября 2009 г., Минск, Белорусский государственный технологический университет; 61-й научно-технической конференции студентов и маги-

странтов, 19–24 апреля 2010 г., Минск, Белорусский государственный технологический университет; Республиканской научной конференции по аналитической химии с международным участием «Аналитика РБ – 2010», 14–15 мая 2010 г., Минск, Белорусский государственный университет; IV научно-практическая конференция «Пищевая и морская биотехнология – для здорового питания и решения медико-социальных проблем», 1–2 июля 2011 г., Калининградская область, Светлогорск, Калининградский государственный технический университет; V научно-практическая конференция «Наука – шаг в будущее», 7–8 декабря 2011 г., Минск, Белорусский государственный технологический университет; Международной научной конференции «Перспективы развития технологий хранения и переработки плодов и ягод в современных экономических условиях», 9–11 октября 2012 г., Самохваловичи, Институт плодородия.

Образцы разработанной продукции демонстрировались на выставке научно-технических и научно-методических разработок университета, посвященной 80-летию Белорусского государственного технологического университета, 27–28 октября 2010 г.; выставке экспонатов факультета технологии органических веществ Белорусского государственного технологического университета, 2 июня 2010 г.; на выставке Молодежного форума проектов «INMAX 12», 16–20 апреля 2012 г.; на выставке Международного форума учащейся и студенческой молодежи «Первый шаг в науку – 2012», 17–20 апреля 2012 г.; на выставке научных достижений молодых ученых «Молодежный инновационный форум» в рамках Белорусской инновационной недели, 14–18 ноября 2011 г.; на выставке «Научно-технические достижения, проекты инженерно-технологических университетов Союзного государства» в рамках Форума Союзного государства вузов инженерно-технологического профиля, 23–25 мая 2012 г.; на выставке «100 идей для Беларуси» в рамках «Форума творческой и научной интеллигенции государств-участников СНГ», Минск, 21–26 сентября 2013 г.

Опубликованность результатов диссертации. Количество авторских листов публикаций по теме диссертации, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь составляет 3,5 авторских листа. По теме диссертации опубликовано 29 печатных работ, в том числе в рецензируемых научных журналах – 10 статей; в научном журнале – 1 статья, в сборниках материалов конференций – 4 статьи, тезисов докладов – 9, патентов РБ – 2, технические условия – 1, технологическая инструкция – 1, рецептура – 1.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения и общей характеристики работы, 5 глав, заключения, списка использованных источников, списка опубликованных работ по теме диссертации, приложений. Объем диссертации составляет 152 страницы, содержит: 33 таблицы и 68 рисунков на 44 страницах, 202 наименования использованных источников литературы на 16 страницах, собственных публикаций – 29, приложений – 10 на 11 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлен аналитический обзор научно-технической информации, свидетельствующий о том, что наиболее пригодными для изготовления яблочных чипсов являются плоды зимнего и позднезимнего сроков созревания. Определено, что общепринятые технические требования к яблокам как сырью для различных видов консервированной продукции могут быть использованы при отборе сортов для изготовления чипсов. Установлено, что в качестве специального критерия для изготовления чипсов предложено использовать плотность плодов яблони (не менее 750 кг/м^3) [5], однако взаимосвязь между данной физико-механической характеристикой и физико-химическими, биохимическими свойствами яблок разных сортов и сроков созревания не определена. Показано, что сортоотбором яблок для производства чипсов занимались иностранные исследователи, которые рекомендовали в качестве предпочтительных сорта Голден Делишес, Джонаголд, Фуджи для производства продукции, в то время как аналогичные исследования по обоснованию и выбору сортов яблок белорусской селекции практически отсутствуют.

Установлено, что основными стадиями технологического процесса производства яблочных чипсов являются следующие: мойка, резка, предварительная обработка (бланширование, выдержка в растворах углеводов, органических кислот, хлорида кальция, ферментов, замораживание), сушка (конвективная, инфракрасная, сублимационная, комбинированная). Научно обоснована и проверена в практических условиях толщина яблочных пластин, равная 1,5–2,0 мм. Также показано, что среди способов предварительной подготовки и сушки яблочных пластин предпочтительными являются бланширование в сахарокислотных растворах и конвективная сушка. Однако предложенная их практическая реализация сложна в осуществлении и требует использования разнообразных пищевых и технологических добавок, что сдерживает широкое внедрение в производство этих технологий или приводит к потере готовым продуктом свойств исходного сырья. На основании результатов анализа научно-технической литературы сформулированы цель и задачи исследований.

Во второй главе приведен перечень и характеристика объектов и методов исследований, использованных в работе, а также структурная схема исследований (рисунок 1). Объектами исследований были: яблоки свежие в съемной степени зрелости сортов Лучезарное, Антоновка обыкновенная, Минское, Алеся, Антей, Банановое, Белорусское малиновое, Вербное, Весялина, Имант, собранные с опытных участков Института плодоводства и затем хранившиеся в период с октября по апрель в холодильных камерах с активным вентилированием при температуре $0 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 75–85%; полуфабрикаты яблочных чипсов (яблочные пластины на стадии бланширования); яблочные чипсы свежизготовленные и упакованные в пакеты из полимерных (пропилена по ГОСТ 26996 и поливинилхлорида по ГОСТ 25250) и комбинированных материалов, а также

хранившиеся при температуре воздуха 21–25 °С и относительной влажности не более 70 % в течение 6 мес.

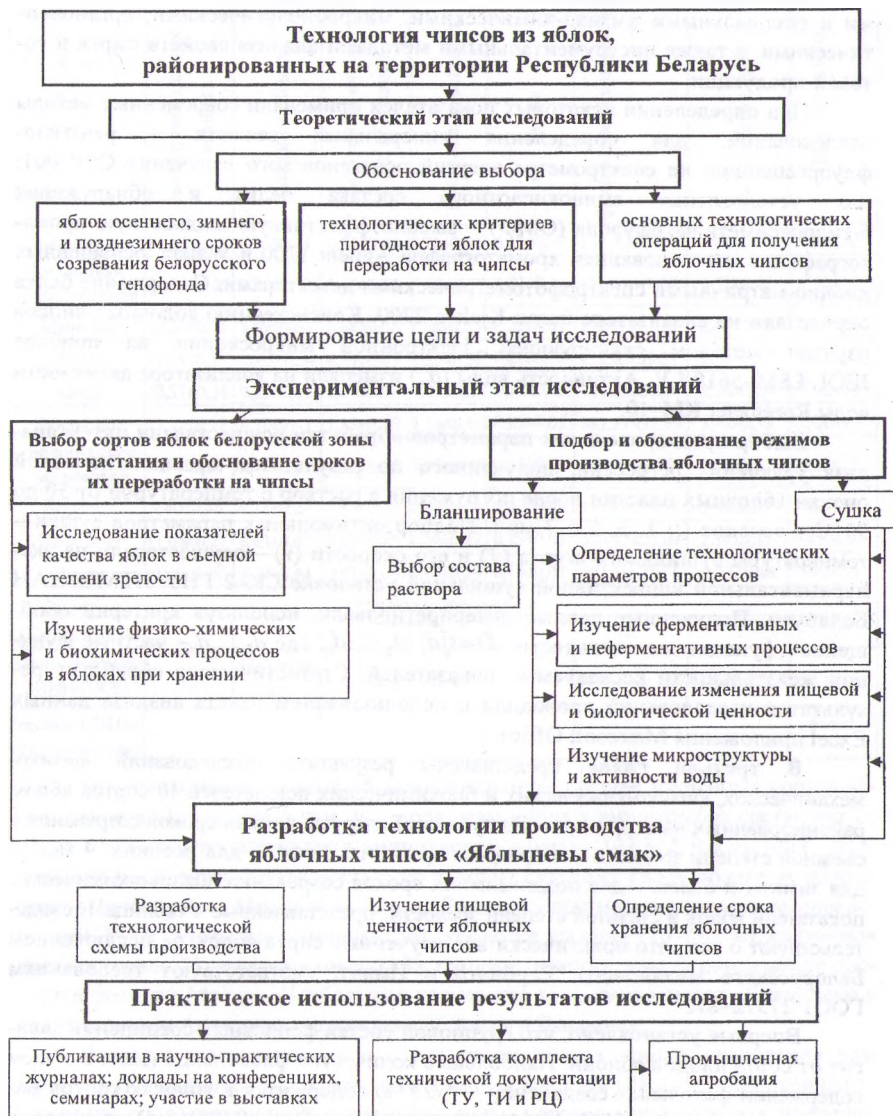


Рисунок 1 – Структурная схема исследований

Отбор проб, подготовку и проведение испытаний проводили стандартными и специальными физико-химическими, микробиологическими, органолептическими, а также инструментальными методами анализа свойств сырья и готовой продукции.

При определении некоторых показателей применяли современные методы исследований: для определения минеральных веществ – рентгенофлуоресценцию на спектрометре энергий рентгеновского излучения СЕР-001; для установления аминокислотного состава белка и обнаружения 5-гидроксиметилфурфуrolа (ОМФ) – высокоэффективную жидкостную хроматографию с использованием хроматографов Agilent 1200 и Waters, оснащенных динодно-матричными спектрофотометрическими детекторами. Содержание белка определяли на анализаторе белка Kjeltex 2200. Консистенцию яблочных чипсов изучали методом сканирующей электронной микроскопии на приборе JEOL LSM-5619 LV. Активность воды (a_w) измеряли на анализаторе активности воды Koremeter RM-10.

Выбор предварительных параметров обработки осуществляли путем анализа уравнения регрессии, полученного по результатам органолептической оценки яблочных пластин после погружения в раствор с температурой от 50 до 90 °С в течение (t) 1, 3, 5 и 7 мин. Подбор оптимальных параметров сушки – температуры сушильного агента (T) и его скорости (v) – осуществляли на экспериментальной конвективной сушильной установке СК-2 ГНУ ИТМО НАН Беларуси. Полученные данные интерпретировали, используя критерий обобщенной функции желательности: $D = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_n}$, где d_1, \dots, d_n – частные функции желательности исследуемых показателей. Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием пакета анализа данных Excel приложения Microsoft Office.

В третьей главе представлены результаты исследований физико-механических, физико-химических и биохимических показателей 10 сортов яблок, районированных на территории Республики Беларусь, разных сроков созревания в съемной степени зрелости и в процессе хранения: 2 мес. – для осенних, 4 мес. – для зимних и 6 мес. – для позднелистных сроков созревания. Физико-химические показатели яблок в съемной степени зрелости, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что практически все изученные сорта яблок, за исключением Белорусского малинового, Вербного и Имант, соответствуют требованиям ГОСТ 27572-87.

Впервые установлено, что групповой состав фенольных соединений зависит от сорта плодов яблони. Наибольшее количество флавонолов (доля в общем содержании фенольных соединений – 7–23 %) содержится в яблоках сортов Банановое ((61,0±3,1) мг/100 г) и Белорусское малиновое ((69,2±3,4) мг/100 г), а суммарное количество катехинов и лейкоантоцианов (доля в общем содержании фенольных соединений – 2–20 %) – в яблоках сортов Алеся ((44,3±4,3) мг/100 г) и Вербное ((42,8±3,7) мг/100 г).

Таблица 1 – Физико-химические показатели исследуемых сортов яблок

Сорт яблок	Массовая доля, %					Содержание, мг/100 г		Плотность, кг/м ³
	растворимых сухих веществ	сахаров общих	титруемых кислот (по яблочной)	пектиновых веществ	белок	фенольные соединения	аскорбиновая кислота	
Лучезарное	11,26±0,12	9,91±0,14	0,72±0,08	1,21±0,40	0,12±0,02	167,12±22,15	3,06±0,39	720±10
Антоновка обыкновенная	11,28±0,30	6,95±0,12	1,42±0,10	1,09±0,27	0,23±0,05	172,91±19,02	4,72±0,41	790±12
Минское	10,25±0,21	8,49±0,60	0,68±0,08	1,16±0,25	0,22±0,04	195,93±21,55	2,49±0,42	939±11
Алеся	11,49±0,17	10,63±0,54	0,79±0,03	1,25±0,39	0,21±0,04	478,96±33,27	2,36±0,17	830±10
Антей	10,37±0,34	9,35±0,65	0,64±0,07	1,03±0,27	0,18±0,03	384,53±30,74	2,56±0,29	710±12
Банановое	13,32±0,18	8,51±0,43	1,35±0,10	1,14±0,45	0,25±0,05	383,51±31,65	3,49±0,38	720±11
Белорусское малиновое	9,96±0,54	9,77±0,21	0,82±0,05	1,05±0,45	0,16±0,03	134,1±14,75	2,64±0,32	827±12
Вербное	9,40±0,46	9,18±0,24	0,83±0,03	0,97±0,23	0,27±0,05	313,85±24,52	2,29±0,27	860±10
Веселина	11,05±0,27	8,43±0,63	0,69±0,15	1,19±0,27	0,15±0,02	314,12±23,03	2,59±0,33	810±10
Имант	9,86±0,36	9,30±0,44	0,87±0,06	1,17±0,29	0,19±0,03	190,41±21,14	2,74±0,46	793±10
<i>Технические требования</i>								
ГОСТ 27572-87	–	–	–	–	–	–	–	–
Метод. рекомен. ВНИИКООП	Не менее 10	Не менее 11	0,7–1,0	0,5–0,7	–	Не менее 150	Не менее 20	–
Рекомен. НГЦ по продовольствию	–	–	–	–	–	–	–	Более 750

Получены новые данные об аминокислотном составе изученных сортов яблок, свидетельствующие о том, что доля незаменимых аминокислот составляет от 21 до 35 % общего содержания аминокислот, равного 107,8–279,0 мг/100 г. Наибольшей биологической ценностью по аминокислотному составу обладают яблоки сортов Лучезарное, Минское и Алеся. Доминирующими заменимыми аминокислотами, % от суммы всех аминокислот, являются аргинин (16–29), аспарагиновая кислота (около 23) и глицин (около 13), которые ответственны за образование продуктов реакции Майяра. Наибольшее количество этих аминокислот обнаружено в яблоках сортов Антоновка обыкновенная, Алеся и Банановое.

Впервые установлено, что сорта яблок разных сроков созревания при практически одинаковом содержании влаги (в среднем (88,3±1,7) %) отличаются между собой величиной активности воды, которая варьировала в пределах 0,779–0,898 (таблица 2), что может быть использовано как дополнительный критерий для идентификации сорта яблок в съемной степени зрелости.

Таблица 2 – Влагосодержание и активность воды яблок

Сорт яблок	Массовая доля влаги, %	Активность воды, ед.
Антоновка обыкновенная	89,98±1,60	0,898±0,010
Антей	89,77±3,02	0,863±0,030
Вербное	88,51±0,43	0,838±0,032
Алеся	88,48±1,28	0,786±0,076
Белорусское малиновое	88,34±1,53	0,819±0,062
Минское	88,30±1,47	0,779±0,045
Лучезарное	88,02±0,89	0,888±0,010
Банановое	88,00±1,90	0,895±0,017
Весялина	87,16±1,77	0,835±0,015
Имант	86,71±1,32	0,819±0,020

Установлен разный характер динамики содержания флавонолов: увеличение в плодах сортов Антоновка обыкновенная, Минское (зимний срок созревания), Вербное, Имант (позднезимний срок созревания) – на 12–300 %, уменьшение в плодах сортов Алеся, Антей, Банановое, Белорусское малиновое, Весялина, Лучезарное позднезимнего срока созревания – на 3–32 %; суммарного количества катехинов и лейкоантоцианов: снижение на 52–93 % во всех сортах яблок, кроме Антоновки обыкновенной (увеличение на 55 % после 2 мес. хранения с последующим уменьшением на 14 % по сравнению с исходным) и Антей (увеличение в 2 раза).

Получены новые данные об активности аскорбинатоксидазы (0,012–0,083 мкмоль аскорбиновой кислоты/мин·г), пероксидазы (0,0004–0,04 мкмоль бензидина/мин·г), полифенолоксидазы (0,002–0,053 мкмоль пирокатехина/мин·г) яблок белорусского генофонда и показана их роль в динамике аскорбиновой кислоты, фенольных веществ, пектиновых веществ, органических кислот и сахаров. Также установлено, что в процессе хранения яблок всех рассматриваемых сортов активность аскорбинатоксидазы возрастала на 7–68 % к 2–4-му мес. хранения, а впоследствии уменьшалась, активность полифенолоксидазы снижалась на 40–90 %, активность пероксидазы к концу хранения как увеличивалась в половине исследуемых сортов яблок в 2 раза и более, так и уменьшалась на 33–83 % (в плодах яблони сортов Лучезарное, Антоновка обыкновенная, Белорусское малиновое и Весялина), а в яблоках сорта Антей оставалась на одном и том же уровне.

Установлено, что, несмотря на разные значения активности воды в яблоках съёмной степени зрелости всех изученных сортов, к 3–4 мес. их хранения этот показатель повышался до значений 0,925–0,935 и оставался на этом уровне.

Таким образом, по комплексу физико-химических и биохимических показателей в съёмной степени зрелости среди рассмотренных сортов яблок предпочтительными для переработки на чипсы являются такие сорта, как Лучезарное, Алеся и Весялина.

Определено, что при хранении яблок происходили процессы распада свободных органических кислот – на 22,0–57,0 %, пектиновых веществ – 44,0–83,0 %, аскорбиновой кислоты – 22,0–57,0 %, фенольных соединений – 25,0–76,0 % и образование других нутриентов: растворимых сухих веществ и сахаров, концентрация которых повысилась на 3,0–31,3 % и 3,1–14,6 %.

не. Стабилизация величины a_w совпала с началом замедления химических превращений в яблоках.

На основе полученных результатов изменения химических показателей яблок в процессе хранения определены оптимальные сроки их переработки на чипсы с момента съема. В течение всего рекомендуемого срока хранения целесообразна переработка яблок сортов Лучезарное (2 мес.), Антоновка обыкновенная и Минское (4 мес.), Алесья, Антей, Банановое, Всеялина (6 мес.), в то время как плоды яблони сорта Имант желательно использовать со 2-го мес. хранения, а Белорусское малиновое и Вербное – с 4-го мес. хранения.

В четвертой главе приведены результаты исследований по подбору и обоснованию режимов производства яблочных чипсов. Установлено, что среди 7 растворов, содержащих сахарозу – от 15 до 45 %, аскорбиновую кислоту от 1 до 2 %, лимонную кислоту – от 0,5 до 1 %, наилучшие органолептические показатели были получены при использовании следующего раствора: сахароза – 35 %, аскорбиновая кислота – 1 %, лимонная кислота – 1 %. Предварительный выбор режимов обработки яблочных пластинок, толщиной 1,5–2,0 мм, в растворе осуществляли, исходя из результатов их органолептической оценки после выдержки при температурах от 50 °С до 90 °С (шаг 10 °С) в течение 1, 3, 5 и 7 мин. Результаты проведенных исследований представлены на рисунке 2.

По экспериментальным данным (рисунок 2) методом наименьших квадратов получено следующее уравнение регрессии:

$$y = -16,58 + 2,45x_1 + 0,47x_2 - 0,01x_1x_2 - 0,24x_1^2 - 0,003x_2^2 \quad (1),$$

где y – органолептическая оценка, баллы,

x_1 – продолжительность бланширования, мин;

x_2 – температура раствора, °С.

Максимум

квадратичной функции соответствовал продолжительности процесса (x_1^0), равной 3,1 мин, и температуре раствора (x_2^0), равной 73,7 °С. Для уточнения рассчитанных параметров были изучены степень разрушения аскорбиновой кислоты, изменение содержания общих и редуцирующих сахаров, пектиновых

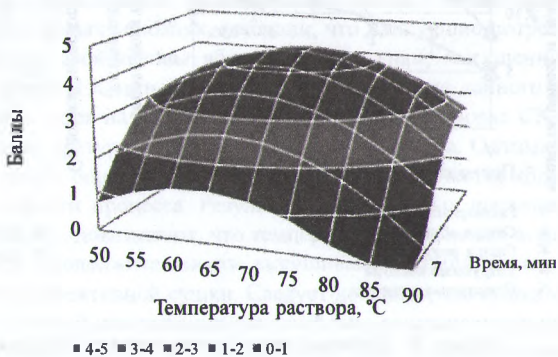


Рисунок 2 – Зависимость органолептической оценки от параметров обработки яблочных пластинок

вещств и флавонолов, образование 5-гидроксиметилфурфуола (рисунки 3, 4).

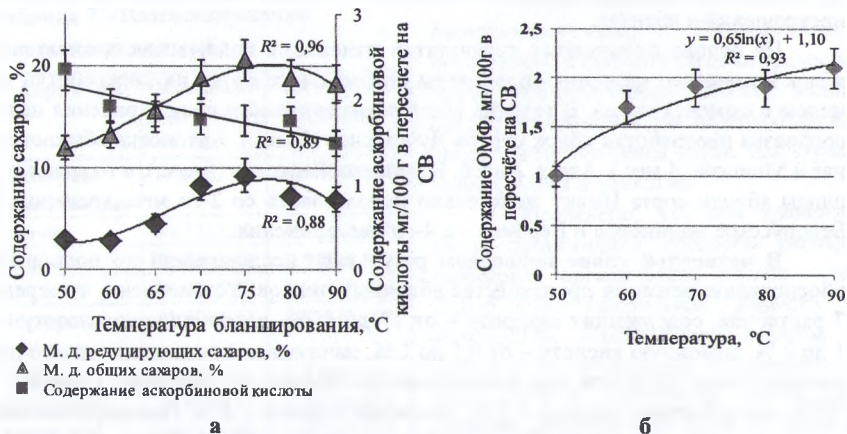


Рисунок 3 – Изменение содержания аскорбиновой кислоты, общих и редуцирующих сахаров (а), 5-гидроксиметилфурфуола (б) в яблочных пластинах в процессе бланширования при различных температурах (t=3 мин)

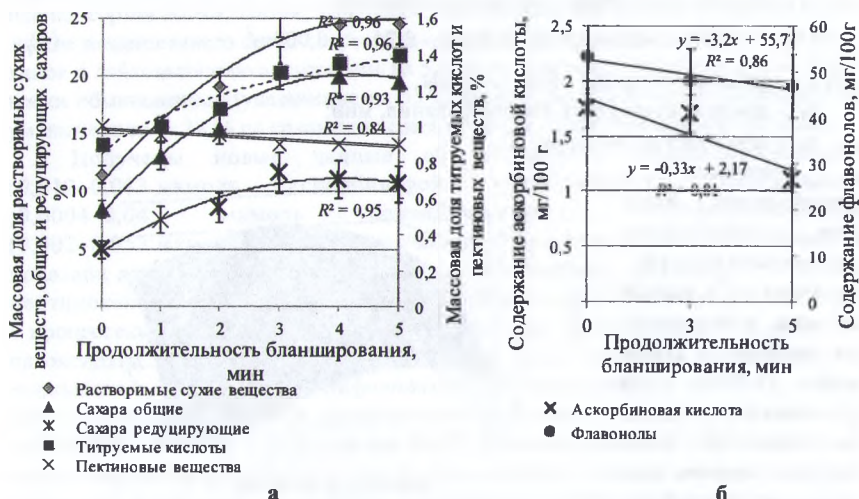


Рисунок 4 – Влияние продолжительности бланширования на содержание растворимых сухих веществ, общих и редуцирующих сахаров, массовую долю титруемых кислот, пектиновых веществ (а), а также аскорбиновой кислоты и флавонолов (б) в яблочных пластинах

В результате исследований изменения содержания аскорбиновой кислоты, сахарозы (рисунки 3, 4) и образования 5-гидрокси-метилфурфура (рисунок 3) было уточнено, что оптимальной температурой бланширования является 75 °С, а продолжительность операции должна составлять не менее 3 и не более 5 мин.

Таким образом, на основании проведенных комплексных исследований (рисунки 3, 4) установлено, что бланширование яблочных пластин необходимо проводить в растворе, содержащем 35 % сахарозы, 1 % аскорбиновой кислоты, 1 % лимонной кислоты, в течение 3–5 мин при температуре 75 °С, это обеспечивает получение полуфабриката, обладающего эластичной консистенцией и цветом исходного сырья, повышенным содержанием сахаров, хорошим сахаро-кислотным индексом, при этом сохраняются такие лабильные вещества, как аскорбиновая кислота (в среднем на 20 %) и флавонолы (на 89 %), а содержание ОМФ не превышает 1,8 мг/100 г, что ниже установленного допустимого уровня для консервированной продукции.

Получены новые данные о влиянии условий бланширования на количественный состав аминокислот яблочного сырья, свидетельствующие о том, что в процессе гидротермической обработки при температуре 75 °С в течение 3–5 мин происходит уменьшение белка – на 0,8–14,0 %, общего содержания аминокислот – на 5–25 %. Также выявлено, что наибольшей деструкции среди незаменимых аминокислот подвержены фенилаланин и изолейцин (до 21 %), валин (до 36 %), среди заменимых – глицин (до 13 %) и аргинин (до 45 %), гистидин (до 51 %).

Впервые показано, что при установленном оптимальном режиме бланширования яблочных пластин происходило снижение активности аскорбинатоксидазы – на 80–93 %, пероксидазы – на 89–99 % и полифенолоксидазы – на 90–98 %.

Для определения оптимального режима сушки применен критерий обобщенной функции желательности: $D = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_n}$, где d_1, \dots, d_n – частные функции желательности вида $d_n = \exp(-\exp(a_n - b_n y_n))$; a_n, b_n – поправочные коэффициенты; y_n – исследуемые показатели. Исследования, моделирующие процесс конвективной сушки, проведенные в лабораторных условиях, показали, что наилучшие потребительские характеристики были свойственны яблочным пластинам, высушенным при температуре 80 °С в течение 150 мин. Для научного обоснования данного режима была проведена серия опытов на конвективной сушильной установке СК–2, позволяющей варьировать температуру и скорость сушильного агента. Оптимальный режим конвективной сушки определен с учетом показателей качества яблочных чипсов и продолжительности процесса. Результаты проведенных исследований, представленные в таблице 3, доказывают, что температура сушильного агента 80 °С и скорость 0,5 м/с при продолжительности высушивания 90 мин являются оптимальными параметрами конвективной сушки. Следует добавить, что сушка яблочных пластин приводит к полной инактивации окислительно-восстановительных ферментов и незначительному (на 14 % больше, чем при бланшировании) образованию 5-гидрокси-метилфурфура, а также обеспечивает получение чипсов с низким значением активности воды (менее 0,40), что является гарантией стабильности продукции при хранении.

Таблица 3 – Характеристика качества образцов яблочных чипсов и результаты расчета обобщенных функций желательности

Заданные параметры сушки		Измеряемые показатели, y_n						D	
		A°, балл (y_1)	количество гидрокси-метилфур-фузола, мг/100г сухого в-ва (y_2)	снижение содержания, %					продолжительность сушки, мин (y_7)
T, °C	ν , м/с			аскорбиновой кислоты (y_3)	фенольных соединений (y_4)	флавонолов (y_5)	катехинов и лейкоан-тоцианов (y_6)		
70	0,5	4,18	1,8	77,14	1,74	9,31	8,47	120	0,611
70	1	4,18	2,1	81,09	2,09	10,74	11,01	95	0,637
80	0,5	4,17	1,9	82,32	1,99	16,47	13,97	90	0,656
80	1	4,69	2,1	87,01	2,46	20,78	22,99	75	0,539
90	0,5	4,48	2,2	90,95	3,77	24,63	28,12	70	0,308
90	1	3,42	2,2	91,47	4,16	26,12	30,28	66	0,297

* – Средневзвешенный геометрический показатель.

Для определения консистенции яблочных чипсов получены изображения их микроструктуры (рисунок 5), представляющей собой деформированную плодovou ткань с порами разного размера, вид которой в большей степени зависит от температуры теплоносителя, чем от его скорости. Показано, что метод электронной микроскопии может быть использован в качестве инструментального для определения пористости, обеспечивающей хрустящую консистенцию чипсов.

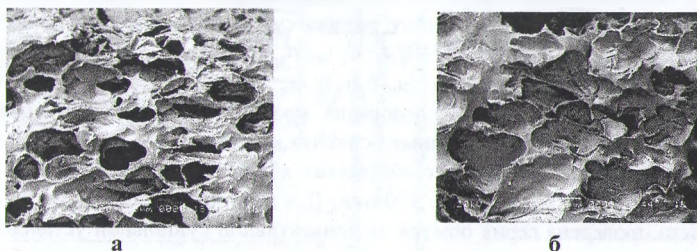


Рисунок 5 – Микроструктура яблочных чипсов: а – $T=70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\nu=0,5\text{ м/с}$, б – $T=80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\nu=0,5\text{ м/с}$

Таким образом, для получения яблочных чипсов с высокими потребительскими свойствами и максимально сохраненными питательными веществами, исходное сырье, нарезанное на пластины толщиной 1,5–2,0 мм, необходимо бланшировать в растворе, содержащем 35 % сахарозы, 1 % аскорбиновой кислоты, 1 % лимонной кислоты, в течение 3–5 мин при температуре 75 °C, а дальнейшую конвективную сушку проводить при температуре сушильного агента 80 °C и скорости сушильного агента 0,5 м/с, до массовой доли влаги менее 9 %.

В пятой главе на основании результатов проведенных исследований разработана технология получения яблочных чипсов (рисунок 6), которая может быть реализована на любом консервном предприятии, оснащенном машиной для резки, а также оборудованием для бланширования и конвективной сушкой.

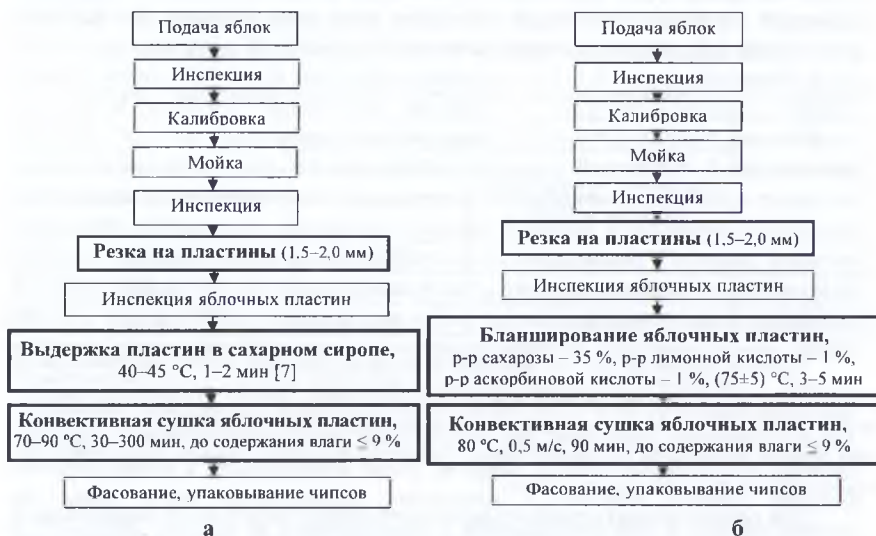


Рисунок 6 – Существующая в Беларуси (а) и разработанная технологическая (б) схема производства яблочных чипсов

Результаты исследований физико-химических и биохимических показателей опытных образцов чипсов, изготовленных по разработанной технологии, свидетельствуют о том, что ее применение обеспечивает получение готовой продукции с максимальным сохранением макро- и микронутриентов исходного сырья (массовая доля титруемых кислот $(2,0 \pm 0,2) \%$, общих сахаров – $(68,1 \pm 6,8) \%$, содержание аскорбиновой кислоты – $(3,5 \pm 1,7) \text{ мг/100 г}$, пектиновых веществ – $(8,5 \pm 3,2) \%$.

Показано, что яблочные чипсы являются источником минеральных веществ, среднее содержание которых было следующим: калия – $263,15 \text{ мг/100 г}$, кальция – $36,12 \text{ мг/100 г}$, железа – $1,37 \text{ мг/100 г}$, серы – $43,19 \text{ мг/100 г}$, марганца – $0,13 \text{ мг/100 г}$, никеля – $0,02 \text{ мг/100 г}$, меди – $0,09 \text{ мг/100 г}$. При употреблении в пищу 100 г продукта суточная потребность человека в среднем удовлетворяется в Fe на 21% , S и K – на 12% , Cu – на 9% , Mn и Ni – на 7% , Ca – на 6% .

Новыми являются данные по общему количественному составу аминокислот яблочных чипсов (от 305 до 1707 мг/100 г сухого вещества), при этом доля незаменимых аминокислот составляет $24\text{--}40 \%$, что подтверждает высокую биологическую ценность чипсов из яблок.

Исследование динамики органолептических, физико-химических и микробиологических показателей яблочных чипсов при хранении позволило установить, что через 4 мес. хранения продукции в полимерной упаковке происходило ухудшение органолептических свойств чипсов, выражающееся в потере хрустящей консистенции и ухудшении цвета, также происходило изменение физико-химических показателей (таблица 4, рисунок 8): в 4,4 раза снижалось содержание аскорбиновой кислоты, на 10 % увеличивалось влагосодержание и на 14 % величина активности воды.

Таблица 4 – Физико-химические показатели яблочных чипсов при хранении

Срок хранения, мес	Наименование показателя		
	Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	Титруемая кислотность, %	Содержание 5-гидроксибензилфурфура, мг/100 г СВ
0	2,70±0,30	2,05±0,18	2,0±0,24
4	1,37±0,25	2,00±0,17	2,0±0,24
6	0,61±0,14	1,90±0,15	2,1±0,25

Однако, несмотря на эти изменения, количественный состав микробиоты и концентрация 5-гидроксибензилфурфура в яблочных чипсах оставались практически на том же уровне в течение всего срока хранения. Таким образом, полученные данные позволили установить срок хранения яблочных чипсов в полимерных пакетах без вакуумирования – 4 мес.

Для осуществления серийного выпуска яблочных чипсов были разработаны и утверждены в установленном порядке технические условия ТУ ВУ 100354659.094 «Чипсы яблочные «Яблыневы смак», технологическая инструкция

ТИ ВУ 100354659.094 «Чипсы яблочные «Яблыневы смак» и рецептура РЦ ВУ 100354659.094 «Чипсы яблочные «Яблыневы смак», по которым на комбинате по переработке сельскохозяйственной продукции СПК «Остромечево» была выпущена опытная партия продукта (акт выработки от 22.11.2011, акт практического использования результатов диссертационной работы от 22.11.2011). Испытания изготовленных яблочных чипсов в аккредитованной испытательной лаборатории (протокол испытаний №75 от 28.11.2011 ОАО «Гамма вкуса») подтвердили их соответствие установленным требованиям.

Расчетный экономический эффект внедрения разработанной технологии производства яблочных чипсов составил 9 млн руб.

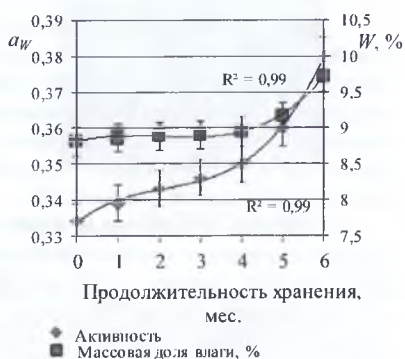


Рисунок 8 – Динамика активности воды и массовой доли влаги при хранении яблочных чипсов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Дана комплексная характеристика 10 сортов яблок осеннего, зимнего и позднезимнего сроков созревания в съёмной степени зрелости: плотность – 710–940 кг/м³, массовые доли влаги – 86,7–90,0 %, растворимых сухих веществ – 9,9–13,3 %, сахаров – 7,0–10,6 % (в том числе редуцирующих – 3,7–6,2 %), титруемых кислот – 0,6–1,4 %, пектиновых веществ – 1,0–1,3 %, аскорбиновой кислоты – 2,3–4,7 мг/100 г, фенольных веществ – 134,1–479,0 мг/100 г, белка – 0,12–0,27 %, в том числе общих аминокислот – 107,8–279,0 мг/100 г, свидетельствующая о том, что плоды яблони, районированные в Республике Беларусь отличаются пониженным содержанием сахаров и аскорбиновой кислоты, а также повышенным количеством пектиновых веществ. Впервые установлено содержание наиболее значимых представителей фенольных соединений, а именно: флавонолов (18,3–69,2 мг/100 г (в пересчете на рутин)), суммы катехинов и лейкоантоцианов (8,6–44,3 мг/100 г), указывающее на то, что яблоки белорусского генофонда являются источником биологически активных веществ. Получены новые данные об аминокислотном составе изученных сортов яблок, заключающиеся в том, что содержание незаменимых аминокислот составило от 21 % до 35 % всех аминокислот белка, аминокислотный скор таких сортов, как Лучезарное, Минское и Алеся, наиболее близок к «идеальному» белку. Впервые установлена величина активности воды яблок белорусского сорта в съёмной степени зрелости (0,779–0,898), которая не коррелировала с влажосодержанием, а отражала сортовые особенности плодов. На основании комплекса физико-механических, физико-химических и биохимических показателей определено, что в съёмной степени зрелости для переработки на чипсы предпочтительны такие сорта, как Лучезарное, Алеся и Весялина [1–А, 4–А, 5–А, 9–А, 11–А, 13–А, 15–А, 16–А, 21–А, 22–А].

2. Установлены количественные характеристики химических изменений основных органических соединений яблок в процессе хранения. Так, снижение содержания титруемых кислот, пектиновых веществ, аскорбиновой кислоты, фенольных соединений составило 22,0–57,0 %, 44,0–83,0 %, 22,0–57,0 % и 25,0–76,0 % соответственно, при этом массовая доля растворимых сухих веществ увеличивалась на 3,0–31,3 %, общих сахаров – на 3,1–14,6 %. Показано, что на динамику флавонолов влияли сортовые особенности яблок: в плодах сортов Антоновка обыкновенная, Минское (зимний срок созревания), Вербное, Имант (позднезимний срок созревания) наблюдалось увеличение концентрации этих соединений от 12 % до 300 %, а в плодах сортов Алеся, Антей, Банановое, Белорусское малиновое, Весялина позднезимнего срока созревания – снижение на 3–32 %. Вместе с тем, в подавляющем большинстве яблок суммарное содержание катехинов и лейкоантоцианов уменьшалось на 52–93 %, за исключением яблок сортов Антоновки обыкновенной и Антей. Получены новые данные об изменении значимой активности воды яблок в процессе хранения, заключающиеся в том, что неза-

висимо от исходной величины данный показатель повышался в течение 3–4 мес. хранения до значений, равных 0,925–0,935, оставаясь практически без изменений до конца срока хранения. Новыми являются данные о характере изменения активности окислительно-восстановительных ферментов яблок изученных сортов. Выявлено, что активность аскорбинатоксидазы через 4 мес. хранения увеличивалась на 7–68 % с последующим уменьшением к 6 мес. Активность полифенолоксидазы снижалась на 40–90 % для яблок позднезимнего срока созревания. Характер изменения активности пероксидазы определялся сортовыми особенностями яблок: снижение активности данного фермента было выявлено в сортах осеннего и зимнего сроков созревания, а также в сортах Антей, Белорусское малиновое и Всеялина позднезимнего срока созревания – на 33–83 %, а в плодах яблони Алеся, Банановое, Вербное и Имант отмечено повышение – в 2–7 раз. Обобщение результатов изменения химического состава яблок в процессе хранения позволило определить оптимальные сроки их переработки: сорта Лучезарное, Антоновка обыкновенная, Минское, Алеся, Антей, Банановое, Всеялина – с момента съема до конца рекомендуемого срока хранения; Белорусское малиновое, Вербное – с 4-го по 6-й мес., Имант – со 2-го по 6-й мес. хранения [1–А, 5–А, 11–А, 15–А, 23–А, 24–А].

3. Доказано, что бланширование яблочных пластин в течение 3–5 мин в растворе, содержащем 35 % сахарозы, 1 % аскорбиновой кислоты, 1 % лимонной кислоты, при температуре 75 °С обеспечивает сохранение цвета исходного яблочного сырья, повышение содержания сахаров (до 21 %), сохранение аскорбиновой кислоты и флавонолов в среднем на 20 % и 89 %, белка – на 93 %, в том числе незаменимых аминокислот – на 92 %, инактивацию аскорбинатоксидазы – на 80–93 %, пероксидазы – на 89–99 % и полифенолоксидазы – на 90–98 %. Получены новые данные о влиянии высокой температуры на содержание аминокислот, свидетельствующие о том, что наибольшей деструкции подвержены такие незаменимые аминокислоты, как фенилаланин, валин и изолейцин (содержание в среднем снизилось на 21 %, 36 % и 21 % соответственно), и заменимые аминокислоты – глицин, аргинин и гистидин (уменьшение количества в среднем на 13 %, 45 % и 51 % соответственно). Впервые изучено образование продуктов реакции Майяра в процессе гидротермической обработки яблочных пластин и показано, что максимальная концентрация 5-гидроксииметилфурфурола не превышает 1,8 мг/100 г, что ниже допустимого уровня для консервированной продукции [6–А, 8–А, 10–А, 13–А].

4. Установлено, что для получения яблочных чипсов, обладающих хрустящей консистенцией, ароматом и цветом исходного сырья, содержащих (в среднем от исходного количества в сырье) 18 % аскорбиновой кислоты, 84 % флавонолов, 86 % суммарного количества катехинов и лейкоантоцианов, конвективную сушку бланшированных яблочных пластин необходимо осуществлять при температуре сушильного агента 80 °С и его скорости 0,5 м/с. Оптимальность указанных режимов подтверждена низким содержанием 5-гидроксииметилфурфурола (не более 2,2 мг/100 г) и величиной активности воды (не более 0,40), а также полной инактивацией аскорбинатоксидазы, пероксидазы и полифенолоксидазы, что гаранти-

рует стойкость продукта при хранении. Впервые получено изображение микро-структуры яблочных чипсов и показано, что метод электронной микроскопии может быть использован в качестве инструментального для определения пористой, хрустящей консистенции яблочных чипсов [2-А, 4-А, 6-А, 7-А, 10-А, 12-А, 20-А, 21-А].

5. Разработана технология производства яблочных чипсов, включающая калибровку, мойку, резку яблок на пластины 1,5–2,0 мм, бланширование (раствор сахарозы – 35 %, аскорбиновой кислоты – 1 %, лимонной кислоты – 1 %, продолжительность 3–5 мин, температура 75 °С) яблочных пластин и их конвективную сушку (температура и скорость сушильного агента 80 °С и 0,5 м/с соответственно) до массовой доли влаги не более 9 %, которая позволяет получить питательный (массовая доля общих сахаров – $(68,1 \pm 6,8)$ %, аскорбиновой кислоты – $(3,5 \pm 1,7)$ мг/100 г, пектиновых веществ – $(8,5 \pm 3,2)$ %, титруемых кислот – $(2,0 \pm 0,2)$ %, содержание аминокислот – 305,3–1706,6 мг/100 г сухого вещества, в том числе незаменимых – 24,3–40,3 %, среднее содержание калия – 263 мг/100 г, железа – 1 мг/100 г, серы – 43 мг/100 г) и безопасный продукт хрустящей консистенции, привлекательного цвета, со вкусом и ароматом исходного сырья, срок хранения которого составляет 4 мес. [7-А, 10-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные экспериментальные данные химического состава изученных сортов яблок, районированных в Республике Беларусь, могут быть использованы для расчета пищевой ценности продуктов переработки яблочного сырья.

Установленные оптимальные сроки переработки плодов яблони осеннего, зимнего и позднелиственного сроков созревания могут применяться при составлении производственной программы предприятия, выпускающего чипсы.

Разработаны и утверждены технические условия (ТУ ВУ 100354659.094–2012), технологическая инструкция (ТИ ВУ 100354659.094–2012) и рецептура (РЦ ВУ 100354659.094–2012), позволяющие осуществлять серийный выпуск яблочных чипсов, что подтверждено актами апробации и внедрения на комбинате по переработке сельскохозяйственной продукции СПК «Остромечево».

Получено два патента №13171, 13172 на способ получения яблочных чипсов [28-А, 29-А].

Список опубликованных работ по теме диссертации

Статьи

1-А. Никитенко, А.Н. Исследование технологических характеристик яблок, произрастающих в республике Беларусь / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова //

Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ. – Минск, 2006. – Вып. XIV. – С. 103–106.

2–А. Никитенко, А.Н. Применение электронной микроскопии для оценки качества пищевых продуктов / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова, В.Г. Лугин // Стандартизация. – 2007. – №1. – С. 48–51.

3–А. Никитенко, А.Н. Изучение минерального состава растительной продукции методом капиллярного электрофореза / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова, В.В. Михайлова // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ. – Минск, 2008. – Вып. XVI. – С. 246–251.

4–А. Никитенко, А.Н. Исследование активности воды в продуктах растительного происхождения / З.Е. Егорова, А.Н. Никитенко // Труды БГТУ. Сер. IV. – Минск, 2010. – Вып. XVIII. – С. 257–262.

5–А. Никитенко, А.Н. Изменение активности полифенолоксидазы, аскорбинаоксидазы и пероксидазы в процессе хранения яблок / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Труды БГТУ. – № 4 (142), Химия, технология органических веществ и биотехнология. – Минск, 2011. – С. 216–219.

6–А. Никитенко, А.Н. Ферментативные изменения яблочного сырья в процессе переработки на чипсы / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Вест. Могилев. гос. ун-та продовольствия: науч.-метод. журн. – 2011. – № 1. – С. 35–40.

7–А. Никитенко, А.Н. Обоснование режимов сушки яблочных чипсов / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова, Д.С. Слижук // Науч. труды Одес. нац. акад. пищевых технологий. – Одесса, 2011 – Вып. 40. – Т.2. – С. 51–57.

8–А. Никитенко, А.Н. Обоснование режима бланширования яблочных пластин при производстве чипсов / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. наук. – 2013. – № 4. – С. 105–110.

9–А. Никитенко, А.Н. Исследование аминокислотного состава яблок белорусской зоны произрастания / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Науч. труды УПТ. Сер. Химия и микробиология пищевых продуктов. – Пловдив, 2010. – Т. LVII, св. 2. – С. 91–97.

10–А. Никитенко, А.Н. Образование 5-гидроксиметилфурфуrolа в процессе производства яблочных чипсов / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова, В.Г. Лугин // Науч. труды на УХТ. – Пловдив, 2011. – Т. LVIII, св. 1. – С. 365–371.

11–А. Никитенко, А.Н. Изменение активности воды яблок белорусского сортимента при хранении / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Науч. труды УПТ. Сер. Здоровые и функциональные пищевые продукты и напитки. – Пловдив, 2012. – Т. LIX, св. 2 – С. 304–308.

Материалы конференций

12–А. Егорова, З.Е. Влияние технологических режимов на микроструктуру сухих растительных продуктов / З.Е. Егорова, А.Н. Никитенко // VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2–3 окт. 2007 г. / Науч.-практ. центр Нац. акад.

наук Беларуси по продовольствию, редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. – Несвиж, 2007. – С. 127–129.

13–А. Никитенко, А.Н. Изменение физико-химических свойств яблок при тепловой обработке / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы междунар. науч.-техн. конф., 25–27 нояб. 2009 г.: в 2 ч. / Беларус. гос. технол. ун-т.; редкол: В.Д. Кошевар [и др.]. – Минск, 2009. – Ч. 2. – С. 153.

14–А. Егорова, З.Е. К вопросу о стандартизации оптимизированных методов микробиологического контроля / З.Е. Егорова, О.В. Стасевич, А.Н. Никитенко, Т.И. Шуниборова, М.В. Тимченко // Материалы IV науч.-практ. конф., Светлогорск, Калининград. обл., 1–2 июля 2011 / Калининград. гос. технол. ун-т. – М., 2011. – С. 48–50.

15–А. Никитенко, А.Н. Оценка пригодности яблок белорусской селекции к переработке на чипсы / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Перспективы развития технологий хранения и переработки плодов и ягод в современных экономических условиях: материалы междунар. науч. конф. – Самохваловичи, 2012. – Т. LVIII, св. 1. – С. 365–371.

Тезисы докладов

16–А. Никитенко, А.Н. Исследование показателей качества товарных сортов яблок / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // НИРС–2005: тез. докл. X Респуб. науч.-технол. конф. студентов и аспирантов, Минск, 14–16 февр. 2006 г.: в 3 ч. / Беларус. гос. технол. ун-т; редкол: Б.М. Хрусталева [и др.]. – Минск, 2005. – Ч.2. – С. 286.

17–А. Никитенко, А.Н. Диетические продукты быстрого приготовления и особенности их производства / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. V Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 26–27 апр. 2006 г. / Могилев. гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2006. – С. 315.

18–А. Плинда, А.А. Стандартизация показателей качества новых видов сухих диетических продуктов / А.А. Плинда, А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // 59-я науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов / Яросл. гос. технол. ун-т. – Ярославль, 2006. – С. 223.

19–А. Никитенко, А.Н. Определение минеральных веществ в растительной продукции методом капиллярного электрофореза / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова, В.В. Михайлова // Аналитика и аналитики: рефераты докл. 2-го междунар. форума, Воронеж, 22–26 сент. 2008 г. / Воронеж. гос. технол. акад.; редкол.: Я.И. Коренман [и др.]. – Воронеж, 2008. – Т. 2. – С. 600.

20–А. Никитенко, А.Н. Применение электронной микроскопии для оценки консистенции пищевой продукции / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Аналитика и

аналитики: рефераты доклад. 2-го междунар. форума, Воронеж, 22–26 сент. 2008 г. / Воронеж. гос. технол. акад.; редкол.: Я.И. Коренман [и др.]. – Воронеж, 2008. – Т. 2. – С. 599.

21–А. Никитенко, А.Н. Определение показателя a_w на приборе «Rogemeter RM–10 / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова // Аналитика РБ – 2010: тез. докл. Респ. науч. конф. по аналит. химии с междунар. участием, Минск, 14–15 мая 2010 г. – Минск, 2010. – С. 128.

22–А. Лейбутина, Е.Н. Исследование полифенольных веществ яблок белорусской зоны произрастания и продуктов их переработки / Е.Н. Лейбутина, З.Е. Егорова, А.Н. Никитенко // 61-я науч.-техн. конф. студентов и магистрантов: сб. науч. работ, Минск, 19–24 апр. 2010 г.: в 4 ч. / Беларус. гос. технол. ун-т; редкол.: С.Е. Орехова [и др.]. – Минск, 2010. – Ч. 2. – С. 165.

23–А. Никитенко, А.Н. Изменение содержания лектиновых веществ при хранении плодов яблок белорусской селекции / А.Н. Никитенко, А.И. Саморевич, З.Е. Егорова // Наука – шаг в будущее: тез. докл. V науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов факультета «Технологии органических веществ», Минск, 7–8 дек. 2011 г. / Беларус. гос. технол. ун-т; оргком. В.Н. Фарафонов [и др.]. – Минск, 2011. – С. 50.

24–А. Никитенко, А.Н. Изменение фенольных веществ яблок белорусской селекции в процессе хранения / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова, О.Г. Верещако, А.П. Кужелев, И.Г. Свистун // Технология органических веществ: тез. 76-й науч.-техн. конф. проф.-препод. состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 13–16 февр. 2012 г. / отв. за издание И.М. Жарский; УО «БГТУ». – Минск, 2012. – С. 65.

Нормативные технические документы

25–А. Технические условия: Чипсы яблочные «Яблыневы смак» ТУ ВУ 100354659.094 – 2012 / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова: Беларус. гос. технол. ун-т 19.01.2012. – Введ. 21.03.2012. – Минск, 2012. – 16 с.

26–А. Технологическая инструкция: Чипсы яблочные «Яблыневы смак» ТИ ВУ 100354659.094 – 2012 / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова: Беларус. гос. технол. ун-т 19.01.2012. – Введ. 21.03.2012. – Минск, 2012. – 13 с.

27–А. Рецепттура: Чипсы яблочные «Яблыневы смак» РЦ РБ 100354659.094 – 2012 / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова: Беларус. гос. технол. ун-т 19.01.2012. – Введ. 21.03.2012. – Минск, 2012. – 4 с.

Патенты и заявки на изобретения

28–А. Способ производства яблочных чипсов: пат. 13171 Респ. Беларусь, МПК⁸ A23L1/212, A23L3/40, A23L3/42 / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова, С.С. Вехтин; заявитель Беларус. гос. технол. ун-т. – № а20090008: заявл. 5.01.2009;

опубл. 30.04.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – Минск, 2010. – № 2. – С. 49.

29–А. Способ производства яблочных чипсов: пат. 13172 Респ. Беларусь, МПК⁸ А23L1/212, А23L3/40, А23L3/42 / А.Н. Никитенко, З.Е. Егорова, С.С. Ветохин; заявитель Бел. гос. технол. ун-т. – № а20090159; заявл. 5.02.2009; опубл. 30.04.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – Минск, 2010. – № 2. – С. 50.

Цитуруемая литература

1. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 апр. 2011 г., №669 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 64. – 5/33864. – 14 с.

2. О Государственной комплексной программе развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства в 2011–2015 годах: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 дек. 2010 г., № 1926 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 5. – 5/33114.

3. О Государственной программе импортозамещения на 2006–2010 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 марта 2006 г., № 402 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – 5/22081.

4. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2011. Статистический сборник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа <http://www.belstat.gov.by/homep/ru/publications/yearbook/2011/about.php>. – Дата доступа: 10.08.2011.

5. Арнаут, С.А. Тонкослойное резание яблок с разработкой машины для производства чипсов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / С.А. Арнаут; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию – Минск, 2010. – 23 с.

6. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Требования к потреблению пищевых веществ и энергии для различных групп населения Республики Беларусь», утв. постановлением М-ва здравоохранения Республики Беларусь, 14 марта 2011 г., № 16. [Электронный ресурс] / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, М-во здравоохранения Респ. Беларусь. – Минск, 2012. – Режим доступа: <http://www.rchepb.by>. – Дата доступа: 05.05.2012.

7. Способ производства пищевого продукта из яблок: пат. 10964 Респ. Беларусь, МПК А23L 1/212, А 23В 7/005 / С.А. Арнаут, З.В. Ловкис; заявитель Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию. № а20060519; заявл. 26.05.2006; опубл. 30.12.2007.

РЭЗЮМЭ
Нікіценка Анастасія Мікалаеўна

Тэхналогія чыпсаў з яблык, раяніраваных
на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь

Ключавыя словы: яблык, здымная ступень спеласці, захоўванне яблык, папярэдняя апрацоўка, сушка, яблычныя пласціны, чыпсы, тэрмін захоўвання, тэхналогія вырабу яблычных чыпсаў.

Дысертацыя прысвечана распрацоўцы навукова абгрунтаванай тэхналогіі вытворчасці чыпсаў з яблык, раянаваных на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь, якая дазваляе максімальна захаваць макра-і мікранутрыенты зыходнай расліннай сыравіны і атрымаць бяшчодны прадукт з высокімі арганалептычнымі ўласцівасцямі, з павышанай харчовай каштоўнасцю, карысны для ўсіх груп насельніцтва.

Упершыню атрыманы новыя навуковыя даныя змяшчэння флаванолаў, катэхінаў і лейкаантатыянаў, саставе амінакіслот, актыўнасці акісляльна-аднаўленчых ферментаў і актыўнасці вады яблык, раяніраваных на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь, у здымнай ступені спеласці і пры захоўванні. Па выніках комплексных фізіка-хімічных і біяхімічных даследаванняў вызначаны аптымальныя тэрміны перапрацоўкі яблыкаў на чыпсы ў працэсе захоўвання.

Навукова абгрунтаваны аптымальныя рэжымы папярэдняй апрацоўкі (састаў раствору бланшыравання – 35 % цукрозы, 1 % аскарбінавай кіслаты, 1 % лімоннай кіслаты, тэмпература – 75 °С, працягласць – 3–5 мін.) і сушкі (тэмпература і хуткасць сушылнага агента – 80 °С і 0,5 м/с) яблычных пласцін, якія забяспечваюць поўную інактывацыю акісляльна-аднаўленчых ферментаў і дазваляюць атрымаць яблычныя чыпсы хрусткай кансістэнцыі, з максімальным захаваннем колеру і водару зыходнай сыравіны, з высокай пажыўнай каштоўнасцю, што пацверджана вынікамі прамысловай апрабачкі.

Праведзены даследаванні арганалептычных, фізіка-хімічных паказчыкаў якасці і паказчыкаў бяспекі чыпсаў з яблык, і вызначаны тэрмін захоўвання прадукту. Распрацаваны і зацверджаны камплект тэхнічнай дакументацыі для прамысловага выпуску яблычных чыпсаў.

РЕЗЮМЕ

Никитенко Анастасия Николаевна

Технология чипсов из яблок, районированных на территории Республики Беларусь

Ключевые слова: яблоки, съемная степень зрелости, хранение яблок, предварительная обработка, сушка, яблочные пластины, чипсы, срок хранения, технология изготовления яблочных чипсов.

Диссертация посвящена разработке научно обоснованной технологии производства чипсов из яблок, районированных на территории Республики Беларусь, позволяющей максимально сохранить макро- и микронутриенты исходного растительного сырья и получить безопасный продукт с высокими органолептическими свойствами, с повышенной пищевой ценностью, полезный для всех возрастных групп.

Впервые получены новые научные данные о содержании флавонолов, катехинов и лейкоантоцианов, составу аминокислот, активности окислительно-восстановительных ферментов и активности воды яблок, районированных на территории Республики Беларусь, в съемной степени зрелости и при хранении. По результатам комплексных физико-химических и биохимических исследований определены оптимальные сроки переработки яблок на чипсы в процессе хранения.

Научно обоснованы оптимальные режимы предварительной обработки (состав раствора бланширования – 35 % сахарозы, 1 % аскорбиновой кислоты, 1 % лимонной кислоты, температура – 75 °С, продолжительность – 3–5 мин) и сушки (температура и скорость сушильного агента – 80 °С и 0,5 м/с) яблочных пластин, обеспечивающие полную инактивацию окислительно-восстановительных ферментов и позволяющие получить яблочные чипсы хрустящей консистенции, с максимальным сохранением цвета и аромата исходного сырья, с высокой питательной ценностью, что подтверждено результатами промышленной апробации.

Проведены исследования органолептических, физико-химических показателей и показателей безопасности чипсов из яблок, и определены сроки хранения продукта. Разработан и утвержден комплект технической документации для промышленного выпуска яблочных чипсов.

SUMMARY

Nikitenko Anastasia Nikolaevna

Technology of chips from apples, cultivated on the territory of the Republic of Belarus.

Keywords: apples, removable ripeness, apples storage, pretreatment, drying, apple plates, chips, storage life, apple chips production technology.

The thesis is devoted to the development of science-based production technology for chips produced from apples cultivated in the Republic of Belarus. The technology allows to save macro- and micronutrients of original plant materials and to produce a safe product with high organoleptic properties and high nutritional value, which is useful for all population age groups.

New scientific data on the content of catechins, leucanthocyanins, amino acid composition, oxidation-reduction enzymes activity and water activity in ripe apples and apples storage process have been obtained for the first time. The optimal period of apples processing into chips during storage has been ascertained base on the results of the integrated physico-chemical and biochemical studies.

Optimal modes of preprocessing (blanching solution composition – 35 % sucrose, 1 % ascorbic acid, 1 % citric acid, the temperature of – 75 °C, time – 5–3 min), and drying (temperature and speed of the drying agent – 80 °C and 0,5 m/s) of apple plates have been proved scientifically. The plates provide complete inactivation of oxidation-reduction enzymes and allow to obtain crispy texture apple chips with maximum preservation of color and flavor of raw materials and high nutritional value. The data is confirmed by the results of industrial testing.

Organoleptic, physical and chemical and safety indicators of apples chips have been investigated. The technical documentation for industrial production of apple chips has been developed and approved.