

*На правах рукописи*

**Юрина Ольга Валерьевна**



**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ГРЕЦКИХ ОРЕХОВ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РОЗНИЧНОЙ  
ТОРГОВОЙ СЕТИ, И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИХ  
ЛЕЖКОСПОСОБНОСТИ**

Специальность: 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

Москва – 2018

Работа выполнена на кафедре товароведения и товарной экспертизы федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», г. Москва

**Научный руководитель** доктор технических наук, профессор

**Елисеева Людмила Геннадьевна**

**Официальные оппоненты: Резго Георгий Яковлевич**

доктор технических наук, профессор, ГКОУ ВО «Российская таможенная академия», профессор кафедры товароведения и таможенной экспертизы

**Штерман Валерий Соломонович**

кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», старший научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории «Фундаментальных и прикладных исследований качества и технологий пищевых производств»

**Ведущая организация**

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

Защита состоится «21» июня 2018 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.196.07 на базе ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36, корп. 3, ауд. 353.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в Научно-информационном библиотечном центре им. академика Л.И. Абалкина ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Зацепа, д. 43 и на сайте организации: <http://ords.rea.ru/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.196.07

доктор химических наук, профессор



Т.И. Чалых

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Орехи по своей пищевой ценности можно отнести к натуральным биоконцентра́там. Международные эксперты по вопросам здорового питания сходятся во мнении, что самый полезный орех – грецкий. Исследователи установили, что в грецких орехах присутствует самое высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот по сравнению с другими видами орехов, большое количество антиоксидантов, полифенолов и других биологически активных веществ. Международная индустрия производства и переработки орехов в последние десятилетия характеризуется наиболее высокими темпами роста по сравнению с другими видами агропромышленного бизнеса. За последние 10 лет мировое производство орехов увеличилось почти на 40 %, а объемы реализации – на 116 %. Особенно резкий скачок спроса был установлен для грецкого ореха, как важнейшего альтернативного источника основных физиологически активных соединений. В настоящее время в структуре международного рынка орехов преобладает миндаль (около 30 % рынка), а на втором месте находится грецкий орех (около 20 % рынка).

Российский рынок орехов формируется в основном за счет импортных поставок, объем которых достигает 90 %. Введение эмбарго и снижение курса рубля привело к нарушению стабильности сформировавшегося рынка орехов и отечественные производители вынуждены были увеличить объемы закупок в Китае, Турции, Иране, Чили, ОАЭ, Индии, Бразилии и Аргентине. Рост закупочных и розничных цен на орехи привел к снижению потребительского спроса, что спровоцировало закупку более дешевых партий орехов, с более низким уровнем качества и более мелкого размерного калибра.

Грецкие орехи отличаются высоким уровнем возможности возникновения рисков, связанных с окислительной порчей. При этом нужно учитывать, что на потребительский рынок поступают орехи разных ботанических сортов, выращенные в разных географических регионах, имеющие индивидуальный химический состав, определяющий интенсивность протекающих окислительных процессов, поэтому орехи разных партий имеют различный потенциал лежкоспособности. Отсутствие системы прослеживаемостикупаемых партий орехов на этапах производства, логистики и реализации, а также отсутствие объективных методов оценки потенциального уровня лежкоспособности, приводит к некорректному установлению сроков годности грецких орехов, и как следствие, в торговых сетях реализуется более 30 % грецких орехов с признаками прогорклости. Поэтому, важной задачей при организации товародвижения и реализации орехов является разработка методики определения достоверных сроков годности обезличенных партий грецких орехов и разработка технических решений, направленных на увеличение сроков годности орехов. Разработка методов обоснования сроков годности пищевой продукции является одним из направлений реализации задач Стратегии повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 29.06.2016 г. № 1364-р).

**Степень разработанности темы исследования.** Исследования, посвященные изучению сроков годности пищевых продуктов и возможности их увеличения, проведены многими отечественными и зарубежными учеными, в частности: Викторовой Е.П., Калманович С.А., Касьяновым Г.И., Церевитиновым Ф.В., Григорьевой Р.З., Васильевой Л.И., Полянским К.К., Черняк М.И., Alasalvar C., Vallejo-Cordoba B., Lee S.-Y., Laleye L.C.

и др. Также широко известны исследования по анализу физико-химических изменений состава орехоплодных в процессе хранения, которые были проведены: Сперанским В.Г., Страховой С.А., Анточий О.В., Скокан Л.Е., Голубкиной Н.А., Берзеговой А.А., Grosso N.R., Martinez M.L., Çağlarirmak N., Amaral J.S., Savage G.P. и другими.

**Цели и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является разработка метода определения сроков годности партий грецких орехов и обоснование технических решений, направленных на увеличение их сроков годности. Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- провести мониторинг качества грецких орехов, реализуемых в розничных торговых предприятиях, и установить соответствие заявленного производителем срока годности орехов и реального уровня их лежкоспособности;
- изучить динамику ферментативных и неферментативных гидролитических и окислительных процессов, протекающих в грецких орехах при различных температурных режимах хранения;
- обосновать оптимальные температурные режимы процесса ускоренного хранения грецких орехов для прогнозирования сроков годности;
- установить значения критериев, характеризующих интенсивность окислительных процессов, протекающих в грецких орехах при хранении, для объективного определения сроков годности обезличенных партий орехов;
- провести сравнительную оценку эффективности использования обработки ядер грецких орехов электромагнитным полем самогенерирующегося разряда и четырьмя видами натуральных антиоксидантов с целью стабилизации окислительных процессов;
- установить оптимальные режимы и условия для обработки орехов с целью увеличения их сроков годности;
- разработать методику прогнозирования срока годности грецких орехов;
- разработать математическую модель и программное обеспечение, позволяющие прогнозировать сроки годности грецких орехов и оптимизировать параметры их обработки для достижения желаемого срока годности в зависимости от исходных значений физико-химических показателей окислительной порчи.

**Научная новизна.** Выявлена зависимость активности окислительных и гидролитических процессов, протекающих при хранении в грецких орехах, от температуры хранения. Установлена зависимость между массовой долей аскорбиновой кислоты в грецких орехах, активностью фермента полифенолоксидазы и активизацией образования темноокрашенных соединений – флобафенов, которые вызывают потемнение пленки и ядра орехов и появление неприятных вкусовых и ароматических ощущений. Установлено, что резкое снижение содержания токоферолов, главным образом за счет снижения содержания  $\gamma$ -токоферолов, является свидетельством завершения индукционного периода и сопровождается появлением признаков окислительной порчи во вкусе и запахе. Установлены критерии оценки окислительной стабильности липидов грецких орехов при хранении и диапазоны критических значений показателей потенциальной лежкоспособности грецких орехов (перекисного, тиобарбитурового чисел, содержания конъюгированных диенов, пропанала и гексанала). Научно обоснованы наиболее эффективные технические решения, позволяющие увеличить сроки годности грецких орехов. Разработана методика определения прогнозируемого срока годности грецких орехов. Разработаны математическая модель и программное обеспечение для

определения необходимого режима обработки грецких орехов антиоксидантом дигидрохверцетином в зависимости от исходных значений перекисного, тиобарбитурового чисел и содержания конъюгированных диенов.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Установлена корреляционная зависимость между органолептическими и физико-химическими показателями качества грецких орехов при хранении, характеризующими их окислительную стабильность. Впервые рекомендованы для использования в качестве критериев потенциальной лежкоспособности и для прогнозирования сроков годности промышленных партий грецкого ореха критические значения показателей окислительной порчи: перекисного числа, тиобарбитурового числа, содержания конъюгированных диенов, пропаналя и гексаналя. Выявлена математическая зависимость сроков годности ядер грецких орехов от их исходного качества и температуры хранения.

Научно обоснован и рекомендован оптимальный температурный режим для ускоренного хранения грецких орехов, позволяющий прогнозировать окислительную стабильность. Предложено использовать показатель снижения содержания  $\gamma$ -токоферолов в 2 раза в течение 10 суток хранения при 55 °С как критерий, характеризующий окончание индукционного периода. Доказана эффективность применения дигидрохверцетина в качестве натурального антиоксиданта при хранении грецких орехов. Разработана методика определения прогнозируемых остаточных сроков годности грецких орехов и программа для ЭВМ, позволяющая рассчитывать срок годности обезличенных партий грецких орехов, которая может быть использована производителями для определения обоснованных сроков годности орехов. Результаты исследований внедрены в производственную деятельность ООО НПКФ «ДекосТ».

**Методология и методы исследования.** При проведении исследования использовались стандартные, модифицированные и специально разработанные методы.

**Положения, выносимые на защиту.** На защиту выносятся следующие положения:

- совокупность результатов исследования закономерностей динамики окислительных и гидролитических процессов, протекающих в модельном образце грецких орехов сорта «Урожайный» при различных температурных режимах хранения;
- результаты изучения динамики органолептических и физико-химических показателей окислительной стабильности образцов грецких орехов различных производителей при разных температурных режимах хранения;
- совокупность критериев окислительной порчи грецких орехов, которые используются для прогнозирования сроков годности обезличенных партий грецкого ореха при реализации в розничной торговой сети;
- обоснование температурных режимов ускоренного хранения грецких орехов;
- методика определения сроков годности грецких орехов в зависимости от их исходного качества;
- результаты определения эффективности применения коммерческих препаратов натуральных антиоксидантов и физической обработки грецких орехов с целью повышения окислительной стабильности липидов ядер грецких орехов при хранении;
- математическая модель определения необходимого режима обработки грецких орехов антиоксидантом дигидрохверцетином с целью увеличения их сроков годности.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Исследования проводились на протяжении 4 лет (2014-2017 гг.). Достоверность полученных результатов определялась

методами математической обработки с помощью программного обеспечения Statistica Version 10. Основные результаты исследований обсуждены и доложены на XV ежегодной международной молодежной конференции ИБХФ РАН-ВУЗы «Биохимическая физика» (ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, г. Москва, 24-26 октября 2016 года), Международной научно-практической конференции «Товарный менеджмент: экономический, логистический и маркетинговый аспекты» (Воронежский филиал ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», г. Воронеж, 21-22 апреля 2016 г.), VI Межведомственной научно-практической конференции «Товароведение, общественное питание и технология хранения продовольственных товаров» (ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», ФГБУ Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, г. Москва, 24-25 апреля 2014 г.), III Международной научно-практической конференции «Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья» (Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», г. Краснодар, 23-24 мая 2013 г.).

**Публикации.** По результатам диссертационной работы опубликовано 20 научных работ, в том числе 5 публикаций в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий. Получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Walnuts Shelf Life» № 2017661298 от 09.10.2017 г.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов и рекомендаций, списка используемой литературы и приложений. Содержание работы изложено на 215 страницах машинописного текста, в том числе работа содержит 38 рисунков, 58 таблиц и 285 источников литературы, в том числе 138 зарубежных источников.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** изложена актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, показана научная новизна и значимость полученных результатов, представлены положения, выносимые на защиту и сведения об апробации результатов работы.

**В первой главе «Характеристика пищевой ценности и химического состава орехоплодных и определение потенциальных рисков окислительной порчи орехоплодных на этапах товародвижения»** проведен анализ современных тенденций развития национального и международного рынков орехоплодных, охарактеризованы особенности химического состава орехоплодных и, в частности, грецкого ореха, проанализированы факторы, влияющие на окислительную стабильность жиров орехоплодных и представлена сравнительная характеристика современных технологий, позволяющих увеличить сроки годности орехов.

**Во второй главе «Объекты и методы исследования»** представлена характеристика объектов исследования. С целью установления критериев, характеризующих интенсивность развития окислительных процессов, протекающих в ядрах грецких орехов, и для объективного определения сроков годности обезличенных партий грецкого ореха работа проводилась в три этапа. На первом этапе проводились исследования тонкоскорлупных грецких орехов сорта «Урожайный», характеризующихся

высоким содержанием жира, которые использовались в качестве модельного объекта для изучения закономерностей протекающих ферментативных и неферментативных процессов в ядрах орехов в процессе хранения при использовании применяемых в мировой практике температурных режимов длительного хранения: -18 °С, 2 °С и 20 °С.

На втором этапе изучали динамику биохимических и физико-химических показателей пищевой ценности и окислительной стабильности в процессе хранения ядер образцов грецких орехов, не имеющих сведений о регионе произрастания и времени сбора, об условиях и режимах послеуборочного хранения и транспортирования и других данных, которые оказывают определяющее влияние на формирование потребительских свойств и сроки годности орехов. На третьем этапе были проведены сравнительные испытания эффективности применения 4 натуральных антиоксидантов отечественного и зарубежного производства и физического воздействия с использованием электромагнитного поля для обоснования перспективного способа обработки грецких орехов для удлинения их сроков годности.

Изучение пищевой ценности и окислительной стабильности проводили с помощью тонкоскорлупных грецких орехов сорта «Урожайный», выращенных в Бахчисарайском районе Крыма, урожая 2014 года, с содержанием жира около 70 %. В качестве объектов исследований с обезличенными исходными характеристиками служили 10 образцов ядер грецких орехов различных торговых марок и 3 образца грецких орехов в скорлупе. Для исследований отбиралась продукция, относящаяся к среднеценовому сегменту. Установленные производителями сроки годности образцов составляли от 6 до 12 месяцев. Хранение исследуемых образцов осуществляли в термостатах при четырех температурных режимах – 20, 35, 45 и 55 °С при ОВВ не более 70 %.

Для увеличения сроков годности ядер грецких орехов проводились сравнительные испытания эффективности применения натуральных антиоксидантов: отечественного коммерческого препарата дигидрокверцетина (антиоксидант флавоновой природы) и трех импортных коммерческих препаратов компании AQUANOVA AG (Германия) в мицеллиальной форме, содержащей наночастицы антиоксидантов на основе токоферолов и флавоноидов – NovaSOL Rosemary (активное вещество – экстракт розмарина), NovaSOL COF (активные вещества – аскорбиновая кислота, витамин Е – DL- $\alpha$ -токоферол) и NovaSOL E (активные вещества – витамин Е –  $\alpha$ -токоферола ацетат, DL- $\alpha$ -токоферол). Также применяли физическую обработку грецких орехов в электромагнитном поле самогенерирующего разряда.

Схема проведения исследования представлена на рис. 1. Органолептическая оценка качества исследуемых образцов проводилась с помощью разработанных балльной, гедонической шкал и стандартным профильным методом с участием дегустационной комиссии. Физико-химические показатели определялись с применением стандартных методов и методов, используемых в научной практике: экстракционно-весовой метод определения массовой доли жира, определение массовой доли белка методом Кьельдаля, поляриметрический метод определения содержания крахмала, титриметрические методы определения кислотного, йодного и перекисного чисел жира, массовой доли аскорбиновой кислоты, спектрофотометрические методы определения активности полифенолоксидазы, тиобарбитурового числа жира, содержания конъюгированных диенов, газохроматографические методы определения жирнокислотного состава масла грецкого ореха, содержания пропаналя и гексаналя, методы высокоэффективной жидкостной

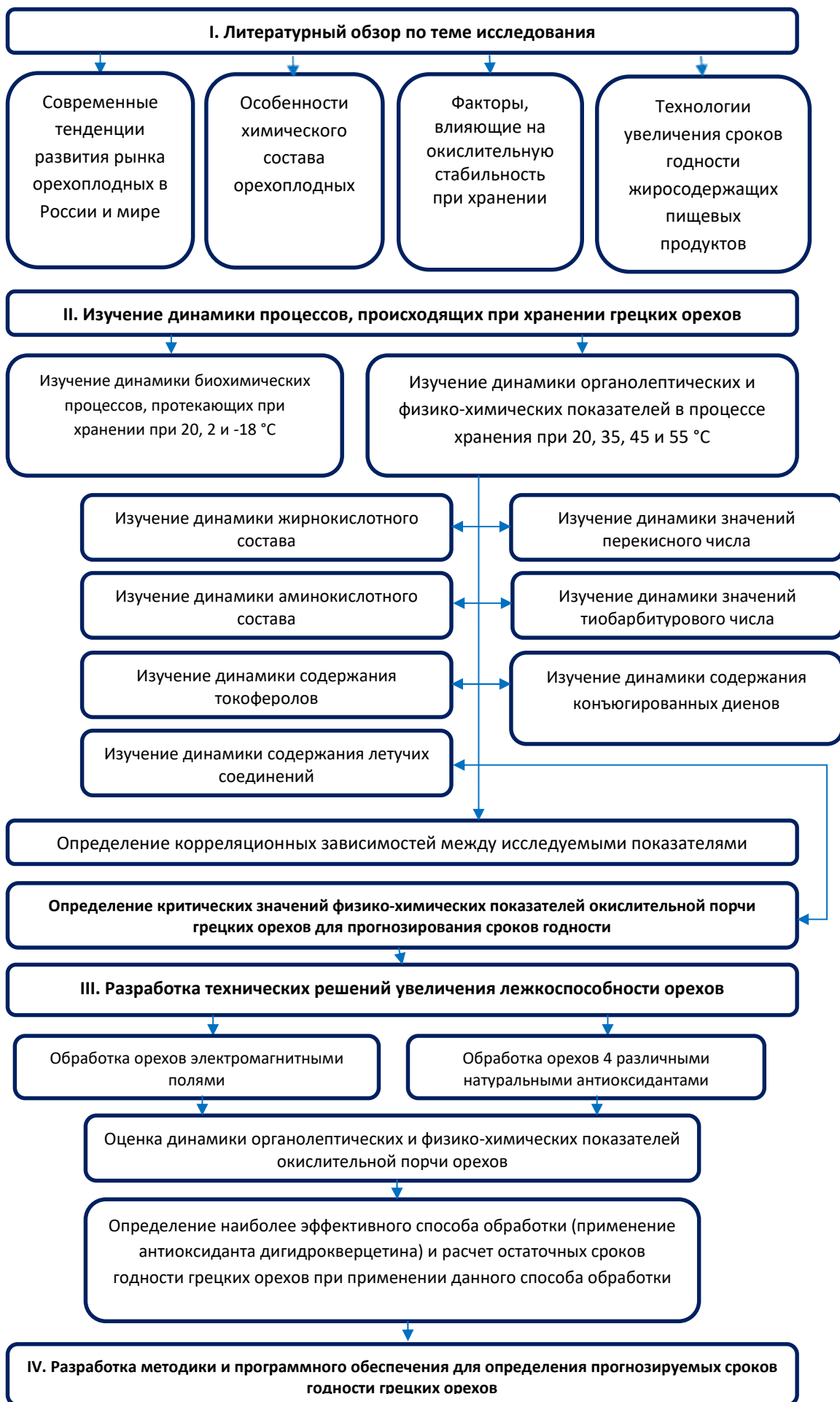


Рисунок 1 – Схема проведения исследований



хроматографии для определения содержания токоферолов и аминокислотного состава белков орехов, метод газовой хроматографии/масс-спектрометрии для определения состава и содержания летучих соединений. Достоверность полученных данных обусловлена трехкратной повторностью производимых измерений с высокой степенью воспроизводимости результатов, а также статистической обработкой данных с помощью компьютерного программного обеспечения Statistica Version 10.

В третьей главе «Обоснование выбора критериев оценки уровня развития процесса автоокисления жиров в грецких орехах при хранении» проведено исследование динамики окислительных и гидролитических процессов в ядрах грецких орехов сорта «Урожайный» при различных температурных режимах хранения. Данный сорт грецких орехов характеризуется наличием выраженных потенциальных факторов риска в отношении инициирования окислительных радикальных процессов. Модельный объект орехов сорта «Урожайный» изучался в связи с большой долей реализации на отечественном рынке импортных орехов с разным потенциалом лежкоспособности и отсутствием необходимой информации, позволяющей достоверно определить срок годности орехов. Показано, что в процессе хранения снижается пищевая и биологическая ценность ядер грецкого ореха – уменьшаются массовые доли жиров, белков, крахмала ввиду их диссимиляции, при этом скорость гидролиза жиров грецких орехов сорта «Урожайный» при хранении при  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  снижается более чем в 6 раз по сравнению с хранением при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , гидролиза белков – в 2,5 раза, а гидролиза крахмала – почти в 8 раз.

Установлено, что в жирах орехов при хранении более активно протекают окислительные процессы по сравнению с гидролитическими. Значение перекисного числа масла грецкого ореха при температуре хранения  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 12 месяцев выросло практически в 20 раз, при температуре хранения  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  в 7,4 и 3,5 раза соответственно. Темпы снижения йодного числа в течение 12 месяцев хранения составили 23,8, 8,9 и 3,4 % соответственно при 20, 2 и  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение активности ферментативных и неферментативных окислительных процессов, протекающих в ядрах грецкого ореха сорта «Урожайный»

Продолжительность хранения, месяцы	Перекисное число, ммоль $\frac{1}{2}\text{O}$ /кг масла	Кислотное число, мг КОН/г масла	Йодное число, г $\text{I}_2$ /100 г масла	Активность полифенолоксидазы, мкмоль/(г*мин)	Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/100 г
<b>Хранение при температуре <math>20\text{ }^{\circ}\text{C}</math></b>					
0 (октябрь)	0,14±0,01	0,68±0,05	141,72±5,67	12,12±0,61	4,76±0,33
3 (декабрь)	0,23±0,02	0,78±0,06	140,83±5,63	8,24±0,41	3,94±0,28
6 (март)	0,47±0,04	0,97±0,07	135,41±5,42	4,56±0,23	3,15±0,22
9 (июнь)	1,35±0,11	2,34±0,16	127,78±5,11	9,73±0,49	2,07±0,15
12 (сентябрь)	2,79±0,22	4,09±0,29	107,94±4,32	21,92±1,10	0,93±0,07
<b>Хранение при температуре <math>2\text{ }^{\circ}\text{C}</math></b>					
0 (октябрь)	0,14±0,01	0,68±0,05	141,72±5,67	12,12±0,61	4,76±0,33
3 (декабрь)	0,18±0,01	0,71±0,05	140,93±5,64	9,74±0,49	4,14±0,29
6 (март)	0,35±0,03	0,89±0,06	137,64±5,51	7,52±0,38	3,78±0,27
9 (июнь)	0,59±0,05	1,12±0,08	133,95±5,36	9,93±0,50	2,34±0,16
12 (сентябрь)	1,04±0,08	1,93±0,14	129,14±5,17	11,24±0,56	1,96±0,14
<b>Хранение при температуре <math>-18\text{ }^{\circ}\text{C}</math></b>					
0 (октябрь)	0,14±0,01	0,68±0,05	141,72±5,67	12,12±0,61	4,76±0,33
3 (декабрь)	0,15±0,01	0,70±0,05	140,99±5,64	5,21±0,26	4,45±0,31
6 (март)	0,17±0,01	0,79±0,06	139,24±5,57	5,56±0,28	4,12±0,29
9 (июнь)	0,26±0,02	0,85±0,06	137,86±5,51	7,63±0,38	4,07±0,29
12 (сентябрь)	0,49±0,04	0,91±0,06	136,94±5,48	9,22±0,46	3,75±0,26

При хранении грецких орехов при 20 °С происходило значительное снижение содержания аскорбиновой кислоты на фоне увеличения активности фермента полифенолоксидазы и сопровождалось активизацией окисления дубильных веществ и накоплением темноокрашенных продуктов – флобафенов, вызывающих потемнение пленки и ядра орехов и появление неприятных вкусовых и ароматических ощущений. Повышение активности полифенолоксидазы на фоне минимизации содержания аскорбиновой кислоты при хранении грецких орехов может служить маркером изменения цвета орехов при хранении. Показано, что хранение орехов более одного года при отрицательных температурах приводит к ухудшению органолептических характеристик и консистенции.

Исследование органолептических характеристик грецкого ореха сорта «Урожайный» в процессе хранения позволило установить, что первоначально признаки прогорклости проявляются в показателе «запах», потом в показателе «вкус» и на более поздних стадиях происходит изменение цвета ядра и его консистенции. Поэтому более объективным критерием, характеризующим доброкачественность орехов при хранении, следует считать запах. При хранении орехов в скорлупе дефекты прогорклости возникали значительно позже, чем при хранении грецких орехов без скорлупы – при 35 °С дефекты прогорклости в показателе «запах» возникли на 2 месяца позже по сравнению с хранением грецких орехов без скорлупы, а в показателе «вкус» – на 2,5-3 месяца позже (рис. 2).

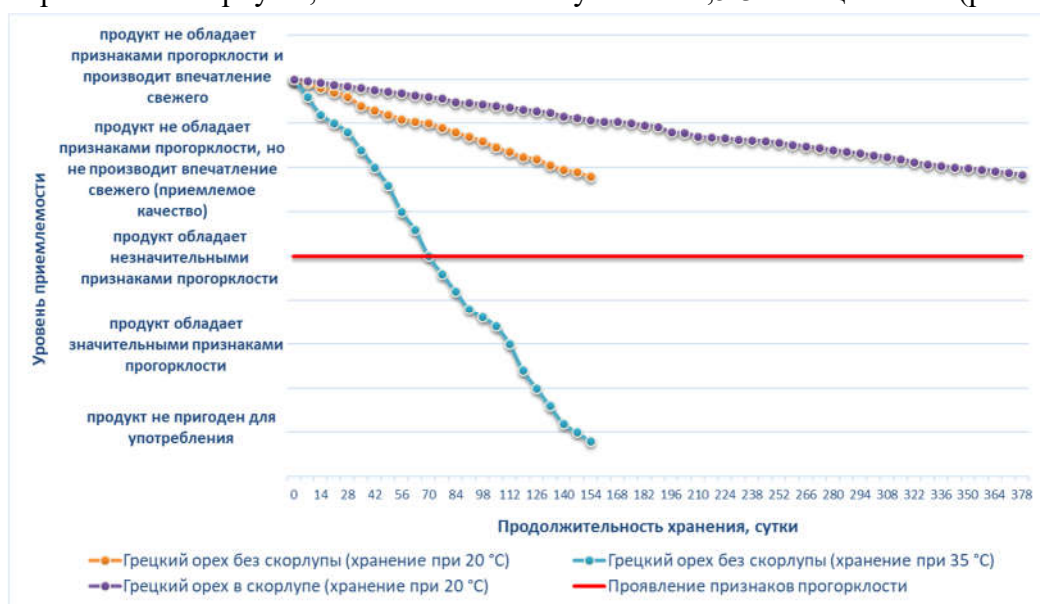


Рисунок 2 – Влияние температуры ускоренного хранения грецких орехов на динамику органолептических показателей

Органолептическая оценка ядер грецких орехов, закупленных в торговых предприятиях показала, что 8 из 10 исследуемых образцов обладали признаками прогорклости еще до завершения установленных производителями сроков годности при хранении при 20 °С. Образцы орехов, хранившиеся в скорлупе в рекомендуемых условиях, к концу периода хранения (1 год) обладали приемлемыми органолептическими характеристиками, и лишь у некоторых образцов после 10 месяцев хранения стали проявляться незначительные признаки прогорклости. Полученные данные говорят о значительном варьировании исходного качества продукта и подтверждают необходимость не только увеличения сроков годности грецких орехов, но и их адекватного установления в зависимости от исходных параметров качества орехов, тем более что стандартами на

грецкие орехи не установлены критерии физико-химических показателей окислительной порчи, позволяющих устанавливать реальные сроки годности орехов при приемке партий. Профильная оценка органолептических характеристик вкуса и запаха ядер грецкого ореха показала, что в процессе хранения наблюдается постепенное снижение уровня выраженности орехового, сладкого, скорлупного, цветочного и фруктового дескрипторов запаха и вкуса и усиление горького, масляного, прогорклого, затхлого и окисленного дескрипторов.

Для определения прогнозируемых сроков годности пищевых продуктов в практике исследований обычно применяется метод ASLT (Accelerated Shelf-Life Test, ускоренное испытание срока хранения), основанный на исследовании окислительных процессов при повышенных температурах и экстраполяции полученных результатов на стандартные условия хранения. Для обоснования выбора критериев лежкоспособности обезличенных партий грецких орехов необходимо установить физико-химические показатели окислительной порчи, отражающие появление первичных признаков прогорклости в органолептическом показателе «запах» и установить диапазон значений предложенных критериев, ниже которых продукция переходит в категорию нестандартной и не может быть допущена к реализации. В рамках исследования изучалась динамика перекисного, тиобарбитурового чисел, содержания конъюгированных диенов, жирнокислотного и аминокислотного составов, содержания токоферолов и летучих соединений в исследуемых образцах грецких орехов. Определение основных параметров окислительной порчи проводилось в 10 образцах ядер грецких орехов и в 3 образцах орехов в скорлупе.

Анализ динамики значений кислотного числа в исследуемых образцах показал низкую корреляцию с органолептическими показателями. Исходные значения перекисного числа масла образцов ядер грецких орехов составляли от 0,4 до 2,1 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг масла, в зависимости от исходного качества орехов. Значения перекисного числа масла грецких орехов в процессе ускоренного хранения постепенно возрастали, увеличение температуры хранения орехов до 45 и 55 °С приводило к увеличению скорости роста значений перекисного числа. Определены сроки хранения ядер грецких орехов в зависимости от начальных значений перекисного числа. При исходном значении перекисного числа до 1,0 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг масла, орехи имели реальные сроки хранения свыше 120 суток, образцы, с исходными значениями перекисного числа в пределах от 1,0 до 1,5 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг масла хранились от 80 до 120 суток, образцы, имевшие исходные значения перекисного числа свыше 1,5 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг масла хранились менее 80 суток.

Начальное значение тиобарбитурового числа (ТБЧ) масла 10 образцов ядер грецких орехов различных торговых марок варьировалось в широких пределах от 0,025 до 0,146 мг малонового диальдегида/кг масла. В процессе хранения значение ТБЧ масла грецких орехов значительно увеличивалось, что обуславливается накоплением вторичных продуктов окислительных реакций – в основном, малонового диальдегида (рис. 3). На основе анализа динамики ТБЧ ядер грецких орехов и органолептических показателей, были определены сроки хранения исследуемых образцов. Образцы, имевшие исходные значения ТБЧ до 0,10 мг малонового диальдегида/кг масла имели реальные сроки хранения свыше 120 суток, образцы, с исходными значениями ТБЧ в пределах от 0,10 до 0,15 малонового диальдегида/кг масла хранились от 80 до 120 суток, а образцы, имевшие исходные значения ТБЧ свыше 0,15 мг малонового диальдегида/кг масла хранились менее 80 суток.

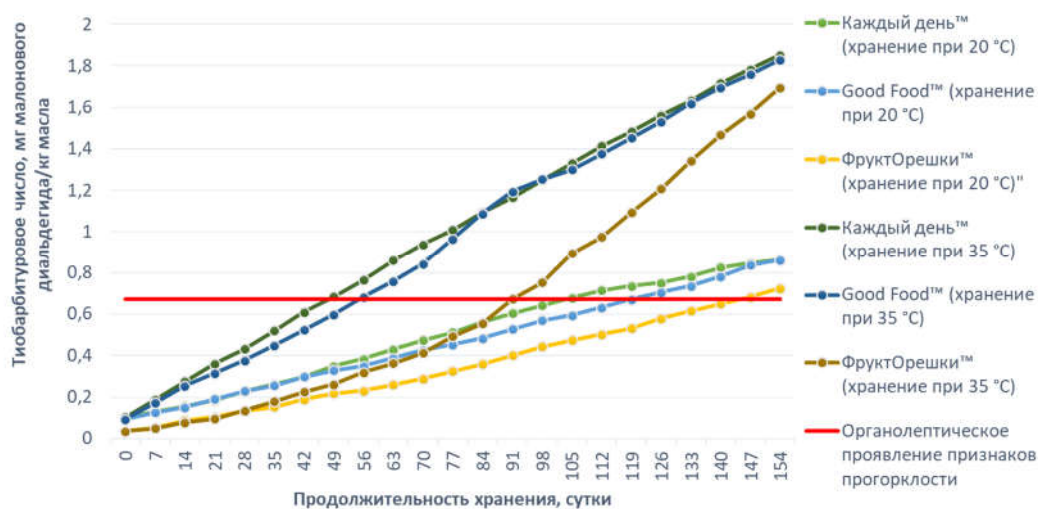


Рисунок 3 – Динамика тиобарбитурового числа масла ядер образцов грецких орехов в процессе хранения при 20 и 35 °С

Содержание конъюгированных диенов в исследуемых образцах ядер грецких орехов составляло от 0,8 до 2,4 ммоль/л. В процессе хранения их содержание увеличивалось (рис. 4). На основании динамики содержания конъюгированных диенов и результатов органолептических испытаний, были определены сроки хранения исследуемых образцов в зависимости от исходных значений содержания конъюгированных диенов: образцы с исходным содержанием конъюгированных диенов до 1,5 ммоль/л имели реальные сроки хранения свыше 120 суток, при содержании конъюгированных диенов в пределах от 1,5 до 1,9 ммоль/л срок хранения образцов составил от 80 до 120 суток, при содержании конъюгированных диенов свыше 1,9 ммоль/л орехи хранились менее 80 суток.

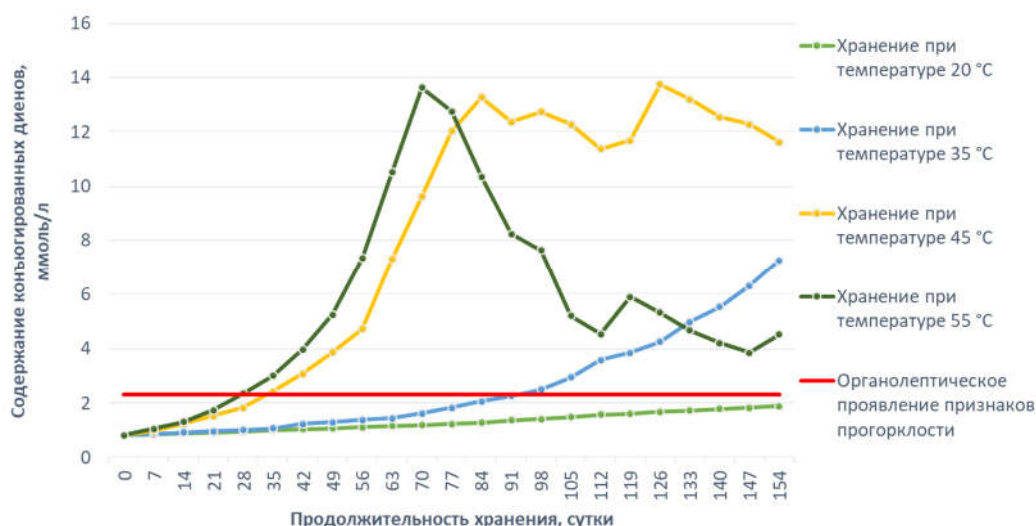


Рисунок 4 – Динамика содержания конъюгированных диенов в масле ядер образца грецких орехов в процессе хранения при 20 и 35 °С

Во всех исследованиях были рассчитаны скорости накопления перекисного, тиобарбитурового чисел и содержания конъюгированных диенов в масле образцов грецких орехов при температурах хранения 20, 35, 45 и 55 °С. Было установлено резкое увеличение скорости окислительных процессов в 6,5-28 раз при увеличении температуры хранения до 45 и 55 °С по сравнению с хранением при 20 °С, что не позволяет адекватно

трансформировать полученные результаты на характер процессов, протекающих при 20 °С. В то же время скорость роста физико-химических показателей окислительной порчи при хранении образцов при 35 °С по сравнению с хранением при 20 °С, в зависимости от исследуемого показателя, увеличивалась в 2-6 раз и адекватно отражала протекающие процессы (рис. 5). Результаты исследований физико-химических показателей окислительной порчи в образцах грецких орехов, хранившихся в скорлупе, показали, что скорлупа ореха защищает от окислительных реакций и способствует их замедлению, увеличивая срок хранения орехов в 2,5 раза.

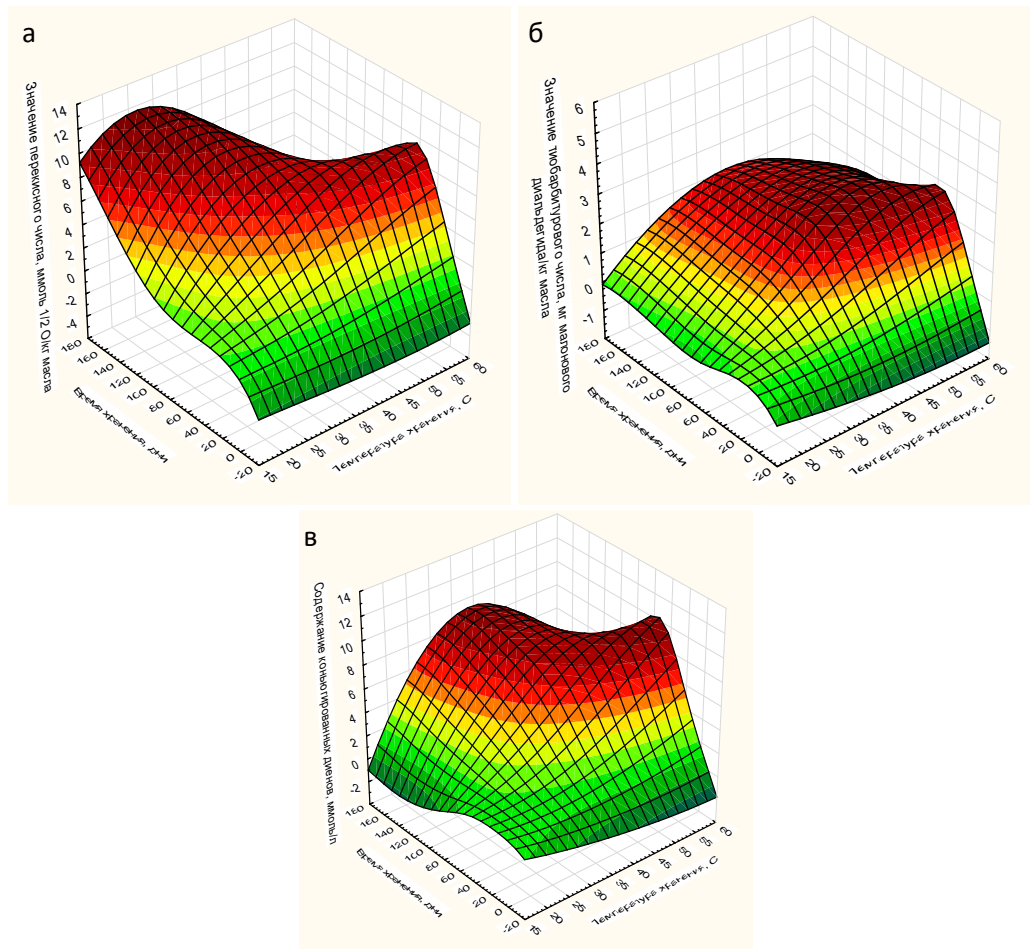


Рисунок 5 – Зависимость динамики перекисного числа (а), тиобарбитурового числа (б), содержания конъюгированных диенов (в) грецких орехов от температуры и продолжительности хранения

Изучена динамика жирнокислотного и аминокислотного составов образцов грецких орехов и содержания токоферолов в процессе хранения. Установлено, что основными жирными кислотами грецкого ореха являются линолевая, линоленовая, олеиновая, пальмитиновая и стеариновая кислоты. Содержание ненасыщенных кислот в жирах изученных образцов грецких орехов составляет порядка 85 %, при этом более 70 % приходится на полиненасыщенные жирные кислоты. Соотношение  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 жирных кислот в исследуемых образцах максимально приближено к рекомендованному и составляет от 1:5 до 1:4. В процессе ускоренного хранения при 35 °С происходило постепенное уменьшение содержания полиненасыщенных жирных кислот и аминокислот, но характерных изменений, коррелирующих с интенсивностью окислительных процессов, которые могут быть использованы для прогнозирования сроков годности, не установлено.

Исследование фракционного состава токоферолов в масле грецких орехов показало преобладание  $\gamma$ -токоферола, за ним в порядке уменьшения следуют  $\delta$ - и  $\alpha$ -токоферолы. В процессе хранения содержание токоферолов в образцах грецкого ореха значительно уменьшалось, что связано с их постепенным разрушением. Общее содержание токоферолов через 4 месяца хранения составляло лишь 15-37 % от начального их содержания, причем  $\delta$ - и  $\alpha$ -токоферолы в процессе хранения подверглись полному разрушению (рис. 6). Полученные данные по изменению содержания токоферолов в грецких орехах подтверждают возможность использования метода определения периода времени, в течение которого происходит снижение содержания токоферолов в два раза при ускоренном хранении при температуре 55 °С в качестве критерия, характеризующего завершение индукционного периода.



Рисунок 6 – Динамика содержания токоферолов в масле образца ядер грецкого ореха в процессе хранения при 35 °С

Проведена идентификация летучих соединений в образцах грецких орехов и изучена динамика их содержания в процессе хранения. В результате исследований было идентифицировано 23 летучих соединения, которые представлены в основном кетонами, альдегидами и ароматическими углеводородами, которые были разделены на 2 группы: летучие соединения, формирующие типичный запах грецких орехов и летучие соединения, появившиеся в результате окислительных превращений жиров грецкого ореха и формирующие запах окисленного жира (рис. 7). В процессе хранения наблюдалось снижение содержания первых и значительный рост содержания вторых.

К концу периода ускоренного хранения наблюдается превышение содержания веществ, обуславливающих прогорклый запах по сравнению с веществами, обуславливающими приятный запах орехоплодных. При этом органолептическое проявление признаков прогорклости возникает еще на этапе, когда общее содержание летучих веществ, формирующих типичный запах орехов превышает содержание летучих веществ, определяющих наличие окисленного запаха (рис. 8). Основными летучими продуктами окисления жирных кислот являются пропаналь и гексаналь. В процессе хранения содержание вышеупомянутых альдегидов в исследуемых образцах ядер грецких орехов возрастало (рис. 9). Установлена высокая степень корреляционной зависимости между содержанием пропанала и гексанала и развитием неприятного прогорклого запаха.

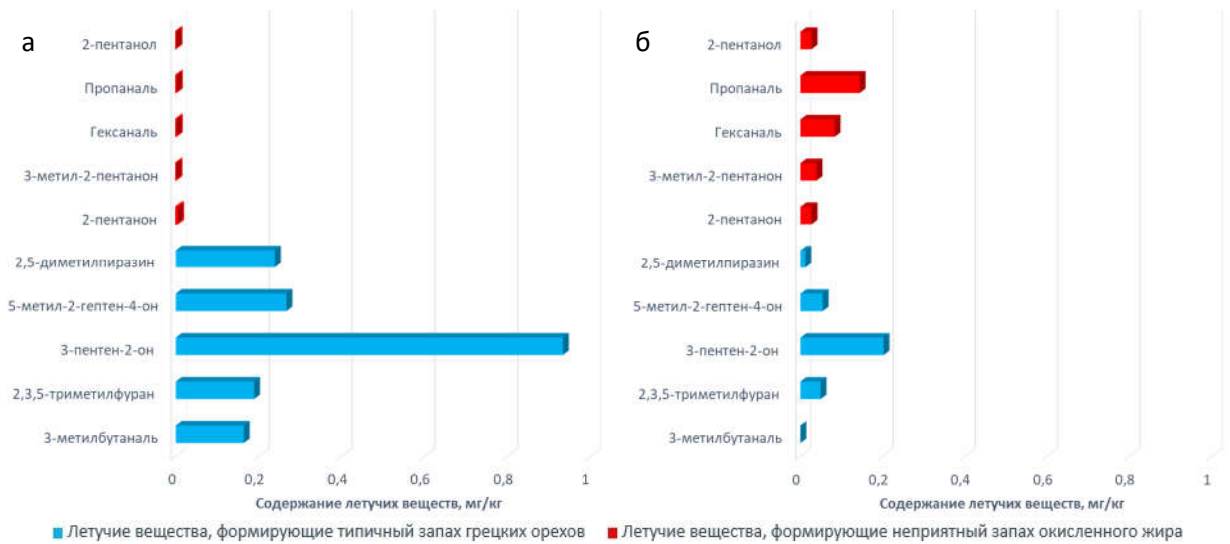


Рисунок 7 – Содержание основных летучих веществ в образце ядер грецкого ореха на начало (а) и на 4 месяц (б) хранения при 35 °С

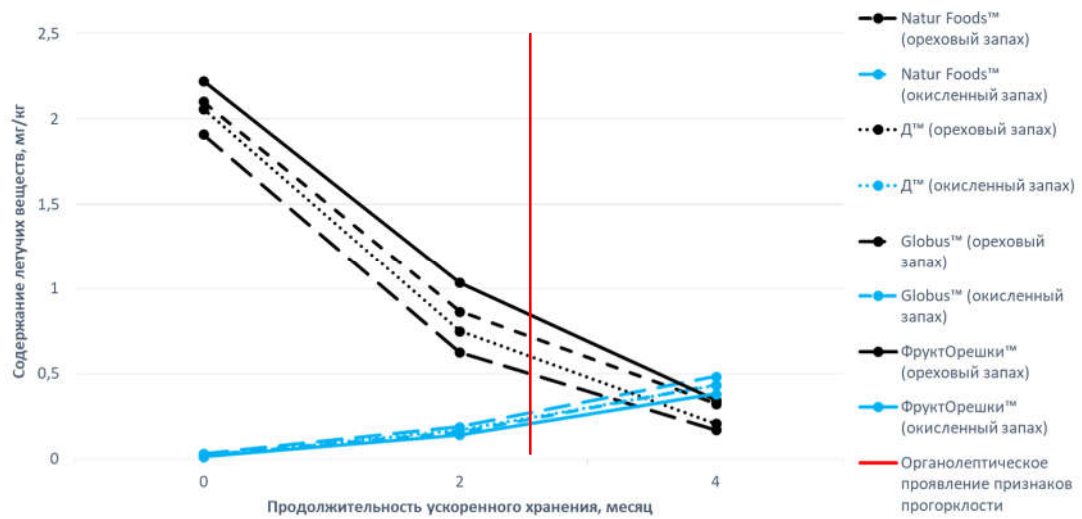


Рисунок 8 – Динамика содержания летучих веществ в образцах ядер грецких орехов в процессе хранения при 35 °С

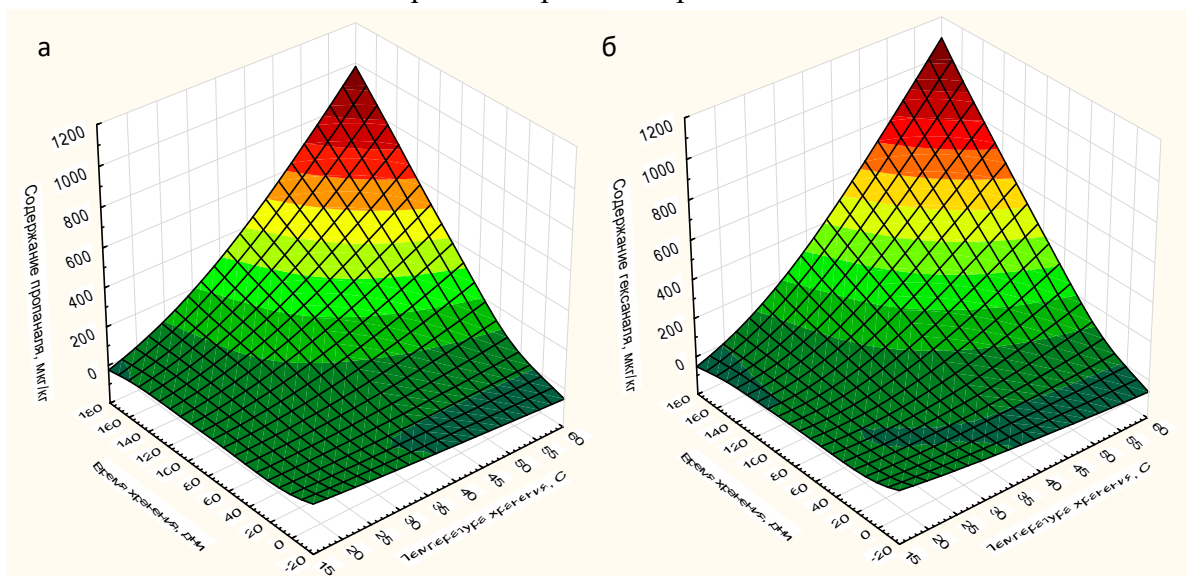


Рисунок 9 – Зависимость динамики пропаналя (а) и гексаналя (б) от температуры и продолжительности хранения

На основании полученных результатов были рекомендованы показатели потенциальной лежкоспособности и установлены диапазоны критических значений этих показателей, которые могут быть использованы в качестве индикаторов окислительной стабильности орехов при прогнозировании сроков годности обезличенных партий грецкого ореха (табл. 2).

Таблица 2 – Критические значения физико-химических показателей окислительной порчи при наступлении неприемлемых органолептических характеристик

Показатель	Диапазон значений
Содержание пропаналя, мкг/кг орехов	85,0-90,5
Содержание гексаналя, мкг/кг орехов	45,9-52,4
Перекисное число, ммоль <sup>1/2</sup> O/кг масла	6,4-6,5
Тиобарбитуровое число, мг малонового диальдегида/кг масла	0,7-0,8
Содержание конъюгированных диенов, ммоль/л	2,3-2,4

В результате исследований были установлены реальные сроки годности исследуемых образцов орехов и сопоставлены со сроками годности, установленными производителями (табл. 3). Как видно из полученных данных, средняя продолжительность хранения исследуемых образцов ядер грецких орехов, хранившихся при температуре 20 °С составляет 128 суток (4,3 месяца), в то время как установленный производителями срок годности для данных образцов варьировался в интервале от 6 до 12 месяцев. Только у 2 образцов из 10 производитель установил сроки годности, отвечающие реальному уровню лежкоспособности грецких орехов.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика сроков годности ядер грецких орехов, установленных производителями и установленных экспериментальным путем

Срок годности, установленный, сутки	Номер образца исследуемых ядер грецких орехов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
экспериментально	77	112	91	<b>196</b>	-	<b>196</b>	98	216	98	196
производителем	180	365	180	<b>180</b>	365	<b>180</b>	180	270	180	360

Для характеристики степени дифференциации орехов, реализуемых в розничной торговле, по потенциальному сроку лежкоспособности нами был проведен кластерный анализ исследуемых образцов ядер грецких орехов по методу k-средних по результатам определения органолептических и физико-химических показателей окислительной порчи в процессе хранения. Все исследуемые образцы ядер грецких орехов разных производителей были разделены на 4 группы, имеющие различные исходные уровни окислительной стабильности и различные сроки годности.

Изучена корреляционная зависимость между органолептическими показателями и физико-химическими показателями окислительной порчи грецкого ореха в процессе хранения при различных температурных режимах. Показана высокая степень взаимосвязи между значениями данных показателей, полученными при хранении ядер исследуемых образцов грецкого ореха при 20 °С и 35 °С и доказана правомерность осуществления ускоренного хранения при температуре 35 °С. При этом, практически не наблюдалась корреляции (либо наблюдалась очень слабая корреляция) между исследуемыми показателями при хранении орехов при 45 и 55 °С, за исключением таких показателей, как



содержание пропаналя и гексаналя.

**В четвертой главе «Разработка способов увеличения сроков годности ядер грецких орехов на этапах товародвижения»** проведено исследование по обработке грецких орехов в электромагнитном поле плазменного генератора и натуральными антиоксидантами как наиболее перспективными способами снижения скорости окислительных процессов с целью увеличения лежкоспособности орехов.

Для обработки грецких орехов применялся дуговой электромагнитный генератор, предназначенный для обработки растениеводческой продукции в поле самогенерирующихся разрядов (СГ). Время экспозиции работы генератора определяет режимы и интенсивность обработки. На основании многолетних исследований рекомендованы экспозиции в 7 секунд, 70 секунд и 2 минуты 12 секунд – при данных режимах осуществлялась обработка ядер орехов. Максимальный эффект замедления скорости роста перекисного числа и содержания конъюгированных диенов, а также снижения скорости ухудшения органолептических показателей в процессе ускоренного хранения при 35 °С достигался при обработке орехов в течение 70 секунд, менее эффективной была обработка в течение 2 минут 12 сек. Использование экспозиции в 7 секунд способствовало активизации окислительных процессов. Обработка грецких орехов в электромагнитном поле при оптимальных параметрах приводит к активации фермента полифенолоксидазы, который участвует в образовании химических барьеров, препятствующих дальнейшему распространению реакций окисления, связанных с образованием активных форм кислорода.

Проводились сравнительные исследования эффективности применения в качестве антиоксидантов для увеличения лежкоспособности грецких орехов трех коммерческих препаратов компании AQUANOVA AG (Германия) – NovaSOL Rosemary, NovaSOL COF и NovaSOL E. Препараты представляют собой наночастицы натуральных антиоксидантов размером около 30 нм, помещенные в мицеллу. В мицеллярной форме повышается проникающая способность, увеличивается площадь контакта с субстратом. Препараты растворимы в воде и жирах, используются в низкой концентрации, предназначены для широкого ассортимента пищевых продуктов. Контрольный образец орехов обрабатывался аналогичным образом дистиллированной водой без внесения антиоксидантов. Об эффективности влияния исследуемых антиоксидантов на лежкоспособность грецких орехов судили по динамике физико-химических показателей окислительной стабильности и органолептических показателей орехов в процессе ускоренного хранения при 35 °С. Наибольшей эффективностью по стабилизации окислительных процессов в ядрах грецких орехов по результатам исследований по динамике увеличения перекисного числа и содержания конъюгированных диенов, а также по динамике органолептических показателей обладал препарат NovaSOL Rosemary. Эффективность препаратов NovaSOL COF и NovaSOL E была несколько ниже (рис. 10).

По аналогичной схеме были проведены исследования по изучению влияния антиоксиданта дигидрокверцетина на активность окислительных процессов в ядрах грецких орехов при хранении. Дигидрокверцетин – биофлавоноид, обладающий Р-витаминной и антиоксидантной активностью. По данным специалистов из ЕС и США по шкале ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) он занимает одно из первых мест и превосходит антиоксидантную активность токоферолов, витамина С, каротина, розмарина и др.

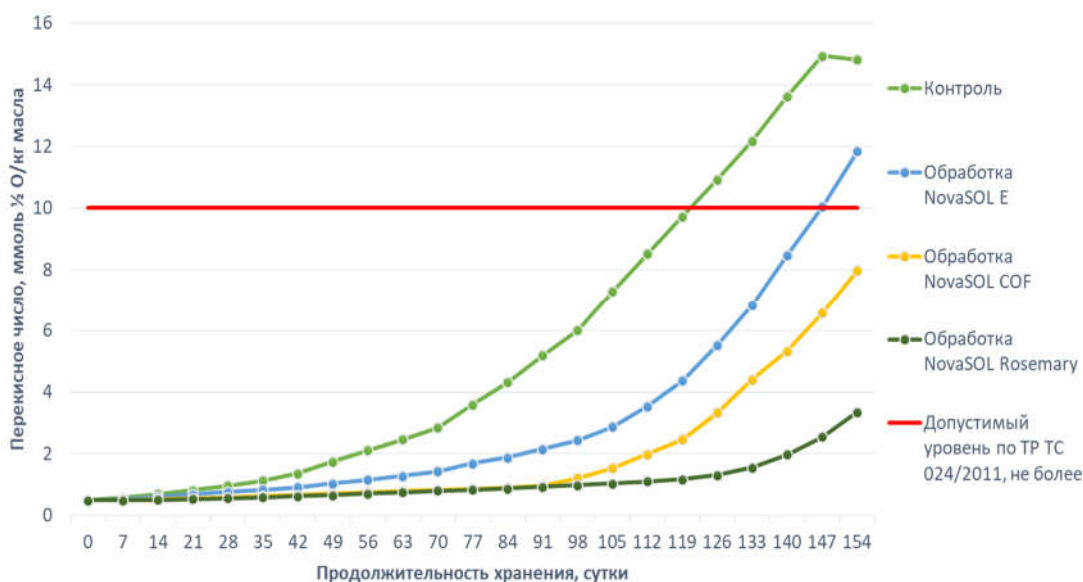
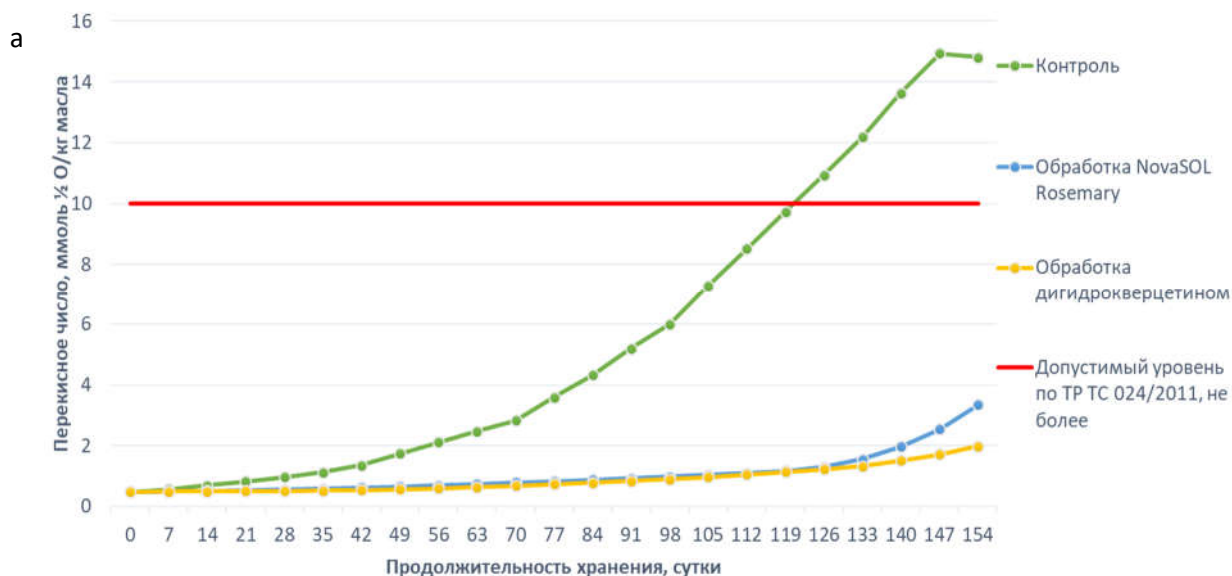


Рисунок 10 – Влияние обработки ядер грецких орехов антиоксидантами линейки NovaSOL на динамику перекисного числа в процессе хранения при 35 °С

Сопоставляя эффективность действия всех исследуемых натуральных препаратов антиоксидантов по динамике изучаемых показателей в процессе ускоренного хранения образцов грецких орехов при 35 °С (рис. 11) было сделано заключение, что максимальное влияние на увеличение лежкоспособности грецких орехов оказывает антиоксидант дигидрокверцетин. Изучение действия различных концентраций раствора дигидрокверцетина на лежкоспособность грецких орехов показало, что антиоксидантный эффект возникает уже при концентрации раствора 0,01 % (срок годности увеличивается в 1,3 раза), дальнейшее увеличение концентрации раствора только способствует увеличению антиоксидантного действия, обеспечивая увеличение сроков годности грецких орехов. Исследуемые антиоксиданты по эффективности действия на сохранение окислительной стабильности грецких орехов могут быть ранжированы в следующем порядке: дигидрокверцетин, NovaSOL Rosemary, NovaSOL COF и NovaSOL E. Обработка грецких орехов в ЭМП самогенерирующегося разряда дает менее значимый эффект торможения развития окислительных процессов по сравнению с исследуемыми препаратами антиоксидантов.



6

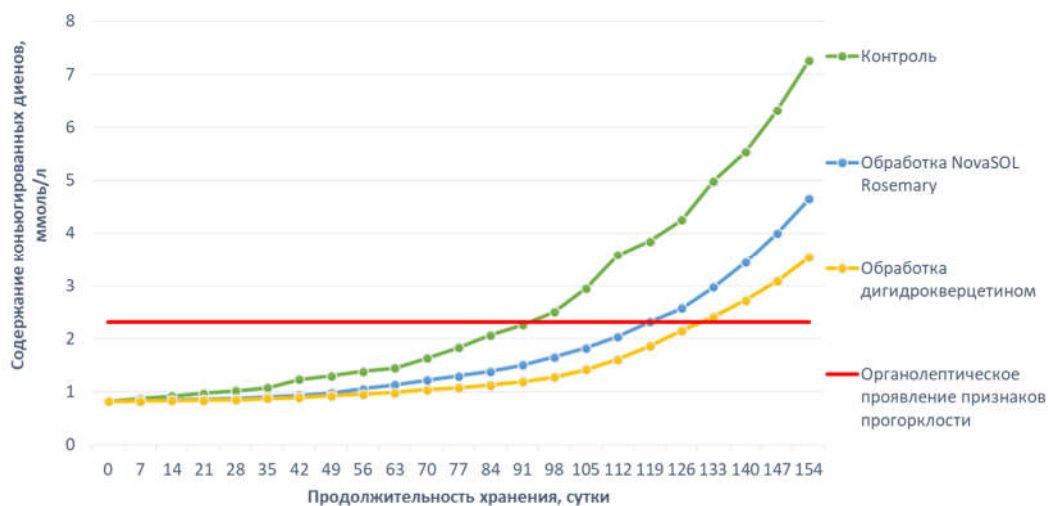


Рисунок 11 – Сравнительная эффективность влияния обработки ядер грецких орехов антиоксидантами дигидрокверцетином и NovaSOL Rosemary на динамику перекисного числа (а) и содержания конъюгированных диенов (б) в процессе хранения при 35 °С

В пятой главе «Разработка методики определения прогнозируемых остаточных сроков годности грецких орехов» были проведены исследования по определению прогнозируемых сроков годности грецких орехов с применением двух методов – с помощью модели Аррениуса и линейной модели прогнозирования сроков годности пищевых продуктов. Обе модели показали сходные результаты. Полученные полиномиальные аппроксимационные модели четвертого и пятого порядка (табл. 4) позволяют установить максимальные прогнозируемые остаточные сроки годности грецких орехов при их хранении при  $20 \pm 3$  °С на основе исходных значений перекисного, тиобарбитурового чисел и содержания конъюгированных диенов.

Таблица 4 – Зависимость прогнозируемых остаточных сроков годности образцов грецких орехов от исходных значений физико-химических показателей окислительной порчи

	Полиномиальная модель	Величина достоверности аппроксимации
Зависимость прогнозируемого остаточного срока годности образцов грецких орехов от исходного значения перекисного числа	$y = -0,0083x^4 + 0,264x^3 - 1,4844x^2 - 20,907x + 177,44$	$R^2 = 0,9870$
Зависимость прогнозируемого остаточного срока годности образцов грецких орехов от исходного значения тиобарбитурового числа	$y = 3344,1x^5 - 8794,2x^4 + 7593x^3 - 2131,9x^2 - 207,71x + 196,18$	$R^2 = 0,9703$
Зависимость прогнозируемого остаточного срока годности образцов грецких орехов от исходного содержания конъюгированных диенов	$y = -9,2886x^5 + 97,786x^4 - 352,64x^3 + 497,5x^2 - 281,02x + 212,33$	$R^2 = 0,9832$

С целью определения концентрации раствора антиоксиданта дигидрокверцетина, необходимого для обработки однородной партии грецкого ореха для увеличения ее сроков годности, была рассчитана корреляционная зависимость между прогнозируемым остаточным сроком годности грецких орехов, обработанных антиоксидантом

дигидрохверцетином и концентрацией раствора антиоксиданта дигидрохверцетина, применяемого для обработки (табл. 5).

Таблица 5 – Корреляционная зависимость концентрации раствора антиоксиданта дигидрохверцетина и прогнозируемого остаточного срока годности обработанных грецких орехов

	Уравнение регрессии	Величина достоверности аппроксимации
Зависимость концентрации раствора антиоксиданта дигидрохверцетина и остаточного срока годности обработанных грецких орехов по перекисному числу	$y = 0,0509x - 0,0487$	$R^2 = 0,9391$
Зависимость концентрации раствора антиоксиданта дигидрохверцетина и остаточного срока годности обработанных грецких орехов по тиобарбитуровому числу	$y = 0,0508x - 0,0481$	$R^2 = 0,9130$
Зависимость концентрации раствора антиоксиданта дигидрохверцетина и остаточного срока годности обработанных грецких орехов по содержанию конъюгированных диенов	$y = 0,0433x - 0,0409$	$R^2 = 0,9330$

На основе полученных данных была разработана модель, позволяющая на основе исходных значений перекисного, тиобарбитурового чисел и содержания конъюгированных диенов установить максимальный и рекомендуемый прогнозируемые остаточные сроки годности грецких орехов, а также установить необходимую концентрацию раствора антиоксиданта дигидрохверцетина, при обработке которой грецкие орехи будут храниться в течение желаемого прогнозируемого остаточного срока годности. Для автоматизированного расчета данных показателей нами была разработана программа для ЭВМ «Walnuts shelf life». Интерфейс и алгоритм работы программы представлены на рис. 12 и 13 соответственно. Также разработаны методические указания по определению прогнозируемых остаточных сроков годности грецких орехов.

Технико-экономический расчет стоимости внедрения и применения антиоксиданта дигидрохверцетина в промышленных условиях с целью обработки грецких орехов для увеличения их сроков годности показал, что себестоимость продукта при таких условиях увеличится на 1,5-2 %. При этом применение антиоксиданта дигидрохверцетина позволит увеличить сроки годности грецких орехов до 3,7 раз.

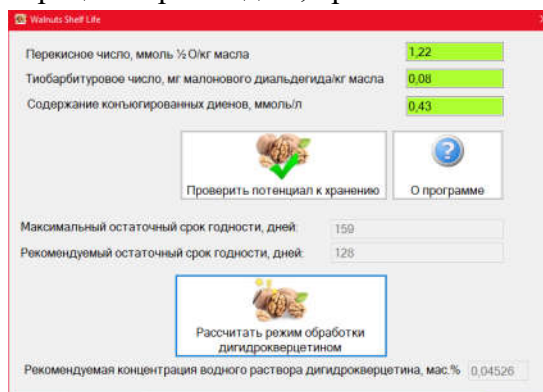


Рисунок 12 – Интерфейс программы для ЭВМ «Walnuts shelf life»

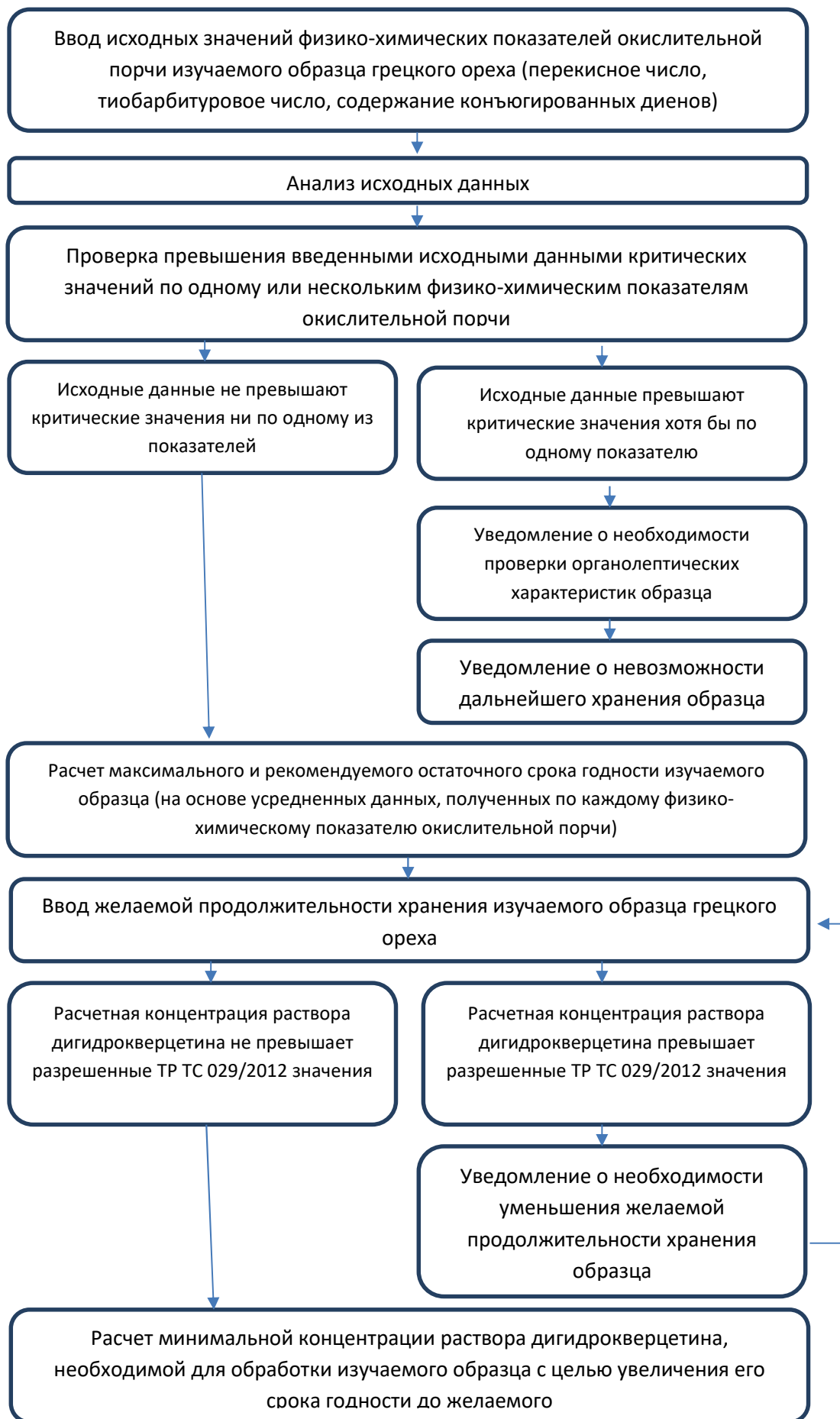


Рисунок 13 – Алгоритм работы программы для ЭВМ «Walnuts shelf life»

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По результатам мониторинга качества ядер грецких орехов различных производителей, реализуемых в розничных торговых предприятиях, установлено значительное варьирование исходного качества – 80 % исследованных партий не соответствовали по реальному уровню лежкоспособности срокам годности, установленным производителем. На основании кластерного анализа результатов динамики показателей окислительной стабильности исследуемых партий предложена группировка орехов, реализуемых в торговой сети, на 3 кластера, имеющих разные уровни исходной окислительной стабильности и для каждого кластера установлены сроки годности.

2. Установлено, что скорость окисления и гидролиза жиров грецких орехов сорта «Урожайный» при хранении при  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  снижается более чем в 6 раз по сравнению с хранением при  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , гидролиза белков – в 2,5 раза, а гидролиза крахмала – почти в 8 раз. Хранение более одного года при отрицательных температурах приводит к ухудшению органолептических характеристик и консистенции орехов.

3. Снижение содержания аскорбиновой кислоты при хранении до 1,0-1,5 мг/100 г, как антиоксиданта дубильных веществ, происходит на фоне увеличения активности фермента полифенолоксидазы и сопровождается активизацией окисления дубильных веществ с последующим накоплением темноокрашенных продуктов окисления – флобафенов, вызывающих потемнение пленки и ядра орехов и появление неприятных вкусовых и ароматических ощущений. Контроль за содержанием аскорбиновой кислоты при хранении грецких орехов может служить маркером изменения цвета орехов при хранении.

4. Установлены критические значения физико-химических показателей окислительной порчи для прогнозирования срока годности грецких орехов, характеризующие уровень их окислительной стабильности: перекисное число – 6,4-6,5 ммоль $\frac{1}{2}$ O/kg; тиобарбитуровое число – 0,7-0,8 мг малонового диальдегида/kg; содержание конъюгированных диенов – 2,3-2,4 ммоль/л; содержание пропаналя и гексаналя – 85,0-90,5 и 45,9-52,4 мкг/kg соответственно.

5. На основании анализа результатов степени корреляционной зависимости между органолептическими и физико-химическими показателями окислительной порчи ядер грецких орехов при хранении при 20, 35, 45 и 55  $^{\circ}\text{C}$  было установлено, что наиболее оптимальным режимом ускоренного хранения, позволяющим прогнозировать развитие окислительных реакций, является температура 35  $^{\circ}\text{C}$ . Срок хранения грецких орехов при 35  $^{\circ}\text{C}$  сокращается в среднем в 2,8 раза по сравнению со сроком хранения орехов при 20  $^{\circ}\text{C}$ .

6. Проведены сравнительные исследования эффективности действия обработки грецких орехов с целью увеличения их лежкоспособности электромагнитными полями самогенерирующегося разряда и четырьмя натуральными антиоксидантами. Установлено, что максимальный уровень снижения скорости окислительных процессов достигается при обработке орехов раствором антиоксиданта дигидрохверцетина. Значительный эффект на стабилизацию окислительных процессов оказывают антиоксиданты линейки NovaSOL фирмы AQUANOVA AG (Германия), содержащие наночастицы активных веществ (экстракт розмарина, токоферолы и аскорбиновую кислоту), обработка в ЭМП

самогенерирующего разряда позволяет незначительно снизить скорость окисления липидов грецких орехов.

7. Проведены расчеты остаточных сроков годности грецких орехов с помощью двух моделей прогнозирования – модели Аррениуса и линейной модели. Разработаны полиномиальные аппроксимационные модели четвертого и пятого порядков для определения зависимости прогнозируемого срока годности образцов грецких орехов от исходных значений физико-химических показателей окислительной порчи (перекисного, тиобарбитурового чисел и содержания конъюгированных диенов).

8. Разработана методика определения прогнозируемого остаточного срока годности грецких орехов на основе исходных значений физико-химических показателей окислительной порчи жиров грецкого ореха.

9. С целью автоматизации расчетов, разработана программа для ЭВМ «Walnuts shelf life», реализующая методику определения прогнозируемого остаточного срока годности грецких орехов в зависимости от исходных значений физико-химических показателей окислительной порчи и обеспечивающая расчет концентрации раствора антиоксиданта дигидрохверцетина, необходимой для обработки грецких орехов с целью достижения желаемого срока годности.

#### **Список работ, опубликованных по материалам диссертации:**

##### **Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:**

1. Елисеева, Л.Г. Сравнительная характеристика качества и безопасности орехов разных фирм-производителей / Л.Г. Елисеева, О.Г. Асташин, **О.В. Юрина** // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. – № 12. – С. 30-33.

2. Елисеева, Л.Г. Сравнительный анализ окислительных процессов в грецких орехах, происходящих при их хранении / Л.Г. Елисеева, **О.В. Юрина** // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – № 11. – С. 16-22.

3. Елисеева, Л.Г. Экспресс-метод биологической оценки интегральной токсичности орехов при хранении / Л.Г. Елисеева, И.Б. Леонова, **О.В. Юрина** // Товаровед продовольственных товаров. – 2014. – № 12. – С. 30-33.

4. Елисеева, Л.Г. Эффективность использования природных антиоксидантов для увеличения срока хранения ореховых снеков / Л.Г. Елисеева, **О.В. Юрина**, Л.М. Луценко // Пищевая промышленность. – 2015. – № 12. – С. 30-34.

5. Eliseeva, L. The study of oxidative processes in walnut fats during storage / L. Eliseeva, P. Gorozhanin, **O. Yurina** // Indian Journal of Science and Technology. – 2016. – V. 9, № 38. – P. 228-234.

##### **Публикации в других изданиях и сборниках материалов конференций:**

6. **Юрина, О.В.** Определение содержания антиоксидантов как показатель качества орехов / О.В. Юрина, Л.Г. Елисеева // Сборник трудов XII ежегодной межд. молод. конф. «Биохимическая физика ИБХФ РАН-ВУЗы». – ФГБУН «ИБХФ им. Н.М. Эмануэля» РАН, 29-31 октября 2012 г. – Москва, 2012. – С. 202-204.

7. Елисеева, Л.Г. Повышение сохраняемости пищевых продуктов при обработке их в поле самогенерирующегося разряда / Л.Г. Елисеева, **О.В. Юрина**, Д.Н. Сабирова, Ю.О. Сумелиди // Докл. научно-практ. конф. «Товароведение и вопросы длительного хранения прод. товаров». – ООО «Франтера», 25-26 апреля 2013 г. – Москва, 2013. – С. 14-16.

8. Елисеева, Л.Г. Окислительные процессы, протекающие в грецких орехах при хранении / Л.Г. Елисеева, **О.В. Юрина** // Материалы научн. конф. «Инновационные

технологии длительного хранения товаров в условиях вступления России в ВТО». – ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 5 декабря 2013 г. – Москва, 2013. – С. 49-53.

9. **Yurina, O.V.** Nuts Antioxidant Index / O.V. Yurina, L.G. Eliseeva // Journal of Information, Intelligence and Knowledge. – 2013. – V. 5, № 3. – P. 181-186.

10. Елисеева, Л.Г. Исследование процессов окислительных превращений в жирах грецких орехов, обработанных полем самогенерирующегося разряда / Л.Г. Елисеева, **О.В. Юрина** // Сборник трудов XIV Ежегодной межд. молод. конф. «Биохимическая физика ИБХФ РАН – ВУЗы». – ИБХФ РАН, 28-30 октября 2014 г. – Москва, 2014. – С. 251-254.

11. Елисеева, Л.Г. Эффект влияния антиоксидантов на сроки годности орехоплодных / Л.Г. Елисеева, **О.В. Юрина** // Иннов. наука. – 2015. – № 10. – С. 134-135.

12. Елисеева, Л.Г. Современные биотехнологии для повышения сроков хранения пищевых продуктов / Л.Г. Елисеева, Ю.О. Сумелиди, **О.В. Юрина**, Е.В. Гришина, П.П. Горожанин // Товаровед продовольственных товаров. – 2016. – № 6. – С. 38-42.

13. Елисеева, Л.Г. Исследование окислительных процессов в жирах орехов в процессе хранения / Л.Г. Елисеева, **О.В. Юрина** // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85. – № S2. – С. 24-25.

14. Eliseeva, L.G. The study of oxidation of walnuts fat during storage / L.G. Eliseeva, **O.V. Yurina**, P.P. Gorozhanin // Сборник 20 симп. IGWT «Commodity science in a changing world». – Univ. of Economics, 12-16 сентября 2016 г. – Varna, Bulgaria, 2016. – С. 757-765.

15. Елисеева, Л.Г. Оценка сроков годности грецких орехов в процессе ускоренного хранения с применением дигидрохверцетина / Л.Г. Елисеева, **О.В. Юрина** // Сборник трудов XV межд. молод. конф. «Биохимическая физика ИБХФ РАН-ВУЗы». – ФГБУН "ИБХФ им. Н.М. Эмануэля" РАН, 23-25 ноября 2015 г. – Москва, 2016. – С. 194-195.

16. **Юрина, О.В.** Сравнительный анализ эффективности антиоксидантов, используемых в пищевой промышленности / О.В. Юрина, Л.Г. Елисеева // Сборник трудов XVI ежег. межд. молод. конф. «Биохимическая физика ИБХФ РАН-ВУЗы». – ФГБУН "ИБХФ им. Н.М. Эмануэля" РАН, 24-26 октября 2016 г. – Москва, 2017. – С. 26-30.

17. Елисеева, Л.Г. Изучение сравнительной характеристики пищевой ценности орехов с целью установления потенциальных рисков окислительной порчи на этапах товародвижения / Л.Г. Елисеева, М.Н. Елисеев, **О.В. Юрина** // Товаровед продовольственных товаров. – 2017. – № 10. – С. 10-15.

18. Елисеева, Л.Г. Сравнительная эффективность использования натуральных антиоксидантов линейки Нова Сол для снижения скорости перекисного окисления липидов в ядрах грецких орехов при хранении / Л.Г. Елисеева, **О.В. Юрина**, Е.Л. Пехташева // Матер. науч.-практ. конф. «Потреб. рынок: качество и безопасность товаров и услуг». – ФГБОУ ВО «ОрелГУЭТ», 23-24 ноября 2017 г. – Орел, 2017. – С. 131-136.

19. Елисеева, Л.Г. Сравнительная эффективность использования антиоксидантов нового поколения для увеличения сроков хранения жиросодержащих пищевых продуктов // Л.Г. Елисеева, М.Н. Елисеев, **О.В. Юрина**, Е.Л. Пехташева // Товаровед продовольственных товаров. – 2017. – № 11. – С. 37-41.

20. Eliseeva, L.G. Nuts as raw material for confectionary industry / L.G. Eliseeva, **O.V. Yurina**, N. Novhannisyan // Annals of Agrarian Science. – 2017. – V. 15, № 1. – P. 71-74.

#### **Результаты интеллектуальной деятельности:**

21. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Walnuts Shelf Life» № 2017661298 от 09.10.2017 г.