

РОЗЕНБЛАТ ИЛЬЯ ЕФИМОВИЧ

**РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ОСНОВ
ТЕХНОЛОГИИ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ ГОДНОСТИ
ПЛОДООВОЩНЫХ КОНСЕРВОВ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТАРЕ
С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности Россельхозакадемии.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Гореньков Эдуард Семенович

Официальные оппоненты: **Касьянов Геннадий Иванович**
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО Кубанский государственный
технологический университет, профессор

Полякова Елена Дмитриевна
кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «Государственный универси-
тет – учебно-научно-производственный
комплекс» (г. Орел), доцент

Ведущая организация: Государственное научное учреждение
научно-исследовательский институт пи-
щеконцентратной промышленности и
специальной пищевой технологии, п. Из-
майлово, Московская область

Защита состоится «24» сентября 2014 года в 10 часов 30 минут на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.04 при ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» по адресу: 394036, г. Воронеж, проспект Революции, 19, конференц-зал.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные гербовой печатью учреждения, просим присылать ученому секретарю совета Д 212.035.04.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВПО «ВГУИТ». Полный текст диссертации размещен в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВПО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «4» июля 2014 г. Автореферат размещен в сети Интернет на официальном сайте Министерства образования и науки РФ: vak2.ed.gov.ru и на официальном сайте ФГБОУ ВПО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «9» июля 2014 г.

Автореферат разослан «11» августа 2014 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук



Успенская М.Е.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одной из главных задач в развитии отечественной консервной промышленности является расширение возможностей применения перспективной тары, в основном, металлической, позволяющей решать технологические вопросы, связанные с длительным хранением плодоовощной продукции при максимальном снижении потерь и с сохранением ее качества.

Российскими и зарубежными специалистами проведены исследования по определению сроков годности продуктов длительного хранения, но только на отдельных стадиях технологического процесса. Также их недостатком является отсутствие научно-обоснованных комплексных подходов по удлинению сроков хранения консервов в металлической таре.

Согласно принятой «Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации» важное значение имеет применение отечественных экологически безопасных тарных материалов взамен импортных, в том числе металлических. Также актуальной задачей является уменьшение накопления в продукте солей тяжелых металлов, содержание которых регламентируется соответствующими гигиеническими нормативами. Инновационными в этой области являются исследования по применению новых защитных лакокрасочных покрытий, надежно защищающих металлическую тару от коррозии в таких агрессивных средах, как плодоовощные консервы.

Проведение такой работы имеет важнейшее федеральное значение в связи с географическими и климатическими особенностями России. Это связано со стратегическим планированием государственного резерва и с регулярным обеспечением продовольствием военно-промышленного комплекса.

В последнее время инновационные исследования в науке направляются на применение математического моделирования, позволяющего прогнозировать состояние описываемого объекта в любом временном интервале. Необходимо отметить, что, несмотря на широкое применение математических моделей и наличия различных систем описания в разных областях науки с решением прикладных задач, математическое описание для контроля коррозионных процессов в плодоовощной консервной отрасли не было использовано. Представленная работа исключает имеющийся недостаток.

Цель и задачи диссертационной работы. Цель диссертационной работы состоит в разработке технологических параметров хранения плодоовощных консервов, фасованных в металлическую тару с применением новых тарных материалов для увеличения их сроков годности, а также в разработке системы прогнозирования сроков хранения консервов и получения новых данных об интенсивности коррозионных процессов при контакте продукта с тарой.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- установить соответствие между десятибалльной шкалой коррозионной стойкости металлических тарных материалов и классификацией консервов по степени коррозионной агрессивности;
- определить влияние коррозионных процессов новых тарных материалов и консервных сред на продолжительность хранения плодоовощных консервов;

- исследовать коррозионную агрессивность консервов из тропических фруктов;
- обосновать и экспериментально определить технологические параметры и сроки хранения плодоовощных консервов в металлической таре с лакокрасочными покрытиями;
- разработать практические рекомендации по изготовлению консервов в металлической таре с применением новых тарных материалов;
- разработать систему математического описания параметров хранения плодоовощных консервов в металлической таре;
- разработать компьютерную автоматизированную систему описания, оценки параметров хранения и прогнозирования сроков годности плодоовощных консервов в металлической таре.

Научная новизна работы. Разработан алгоритм «продукт-тара-покрытие-фактор», позволяющий увеличить сроки годности плодоовощных консервов, а также гарантировать сохранение качественных показателей консервов на требуемом уровне при использовании других возможно допустимых систем покрытий и материалов, позволяющих снижать стоимость используемой тары и готового продукта.

Впервые получены данные по коррозионной агрессивности консервов из тропических фруктов с применением нового метода оценки коррозионной агрессивности.

Впервые определены аппроксимирующие функции, достоверно описывающие реально протекающий коррозионный процесс, которые позволят прогнозировать сроки годности плодоовощных консервов в металлической таре.

Практическая значимость работы. Разработаны «Рекомендации по изготовлению консервов в банках из алюминиевой лакированной ленты по ТУ 1-2-397-2011.

Разработаны рекомендации по изготовлению консервов в банках с применением новых лакокрасочных материалов с включением их в «Технологическую инструкцию по лакированию белой жести горячего и электролитического лужения в листах, предназначенной для производства консервной тары и крышек типа I».

Создана инновационная система хранения данных и подбора оптимальных параметров хранения консервируемой продукции.

Апробация работы. Выработка опытных партий консервов проводилась на экспериментальном технологическом стенде ВНИИКОП. Выработку промышленных партий металлической консервной тары проводили на ООО «Жестянобаночная мануфактура» (Крымск) и ООО «САНТ». На ЗАО «Полтавские консервы» (Краснодарский край) выработаны промышленные партии консервов с различной степенью коррозионной агрессивности.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 работ, в том числе, в 5 журналах, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Canned Food».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов и результатов, списка литературы и Приложения. Работа

изложена на 121 странице машинописного текста, содержит 29 рисунков и 29 таблиц. Список литературы включает 102 наименования. Приложения к диссертации представлены на 94 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана характеристика современному состоянию теории и практики по удлинению сроков хранения консервов в металлической таре, обоснована актуальность темы диссертационной работы, научная новизна и практическая значимость выполненных исследований.

В первой главе рассмотрены технологические параметры, влияющие на сохранность консервированной продукции при длительном хранении, а также способы прогнозирования сроков годности плодоовощных консервов в металлической таре.

Во второй главе представлены данные об объектах и методах исследования: консервы различной степени агрессивности:

- слабоагрессивные: горошек зеленый, фасоль натуральная белая и красная, говядина и свинина тушеная;
- среднеагрессивные: щи из свежей капусты, икра из кабачков;
- сильноагрессивные: томатная паста, сок томатный, нектар вишнево-яблочный, нектар черноплодно-рябиновый, также консервы из тропических фруктов.

Все консервы изготовлены на ЗАО «Полтавские консервы» и технологическом стенде Государственного научного учреждения Всероссийского научно исследовательского института консервной и овощесушильной промышленности Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИКОП Россельхозакадемии).

Для оценки изменения качества консервов исследовали влияние используемой тары на срок хранения консервов: по количеству токсичных элементов, перешедших из материала тары в продукт атомно-адсорбционным методом, оценка состояния внутренней поверхности тары осуществлялась визуально.

Органолептическую оценку качества консервов в процессе длительного хранения проводили согласно ГОСТ 87561.

Промышленная стерильность консервов после выработки и в процессе хранения определялась по ГОСТ 26669, ГОСТ 30425.

Эксперименты проводили с консервами, фасованными в тару из белой жести с различными параметрами, а также из алюминиевой ленты по ТУ 1-2-397-2011. На поверхность жести наносили лакокрасочные материалы производства Котласского химического завода; ЗАО «НПК ЯрЛИ» и ООО «МетТа Защита».

Также использованы следующие методики исследований:

- методика оценки химической устойчивости лакокрасочных покрытий внутренней поверхности металлической консервной тары ГОСТ Р 52663 и ГОСТ 5981;
- методика определения адгезии лакокрасочных покрытий к металлическим тарным материалам по ГОСТ 15140;

- методика оценки коррозионной стойкости нелакированных тарных материалов методом измерения поляризационного сопротивления с использованием прибора УИСК-2;

- экспериментальное определение коррозионной стойкости внутренней поверхности металлической консервной тары проводилось на коррозиметре «Эксперт-004».

В третьей главе представлены результаты исследований способов увеличения сроков годности плодоовощных консервов за счет использования новые тарных материалов и применения новой разработанной методики с использованием коррозиметра «Эксперт-004».

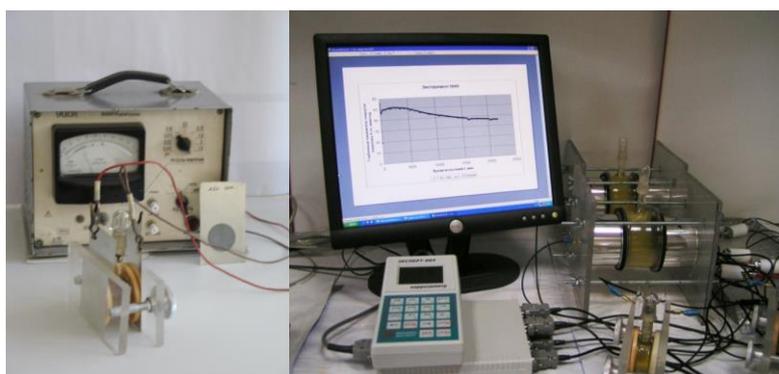


Рисунок 1. Универсальный измеритель скорости коррозии «УИСК-2» (слева) и лабораторный стенд для коррозионных испытаний внутренней поверхности консервных банок «Эксперт-004» (справа)

Для этого установлено соответствие между глубинным и гравиметрическим показателями скорости коррозии белой жести электролитического лужения в растворах органических кислот и в плодоовощных соках.

Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие между десятибалльной шкалой коррозионной стойкости металлических тарных материалов и классификацией консервов по степени коррозионной агрессивности

№ п.п.	Характеристика консервов	Гравиметрический показатель скорости коррозии $K_{gp}^-, 10^{-3} \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	Глубинный показатель скорости коррозии $K_{гг}, \text{ мм}/\text{год}$	Характеристика коррозионной стойкости металлического тарного материала	
				Группа стойкости	Балл стойкости
1	Сильно-агрессивная	7,5÷4,0	0,228÷0,117	пониженостойкие (ПС)	6
2	Средне-агрессивная	4,0÷2,0	0,117÷0,053	от пониженостойких (ПС) к стойким (С)	6 5
3	Слабо-агрессивная	2,0÷0,3	0,053÷0,0013	от стойких (С) к весьма стойким (ВС)	5 2

Установленное соответствие имеет важное значение для диагностики и прогнозирования коррозии металлических тарных материалов при контакте с консервами, т.к. в результате протекания коррозионных процессов происходит переход солей тяжелых металлов в консервы, вызывая ухудшение их вкусовых качеств и

снижение пищевой ценности. При этом наблюдается выделение водорода, что приводит к бомбажу консервов.

Сохранение качества консервов и увеличение сроков годности зависит от коррозионной стойкости металлических тарных материалов. Одним из способов ее повышения является двойная прокатка и пассивация жести. Поэтому целесообразно определить области применения жести новых видов с целью удешевления используемой тары за счет уменьшения ее толщины.

Нами исследованы следующие опытные образцы:

- черная жесьть двукратной прокатки производства Щелковского металлургического завода;

- жесьть двукратной прокатки производства Щелковского металлургического завода с последующим электролитическим лужением на Магнитогорском металлургическом комбинате.

В качестве контрольных образцов использовали жесьть электролитического лужения ЭЖК III производства Магнитогорского металлургического комбината.

Исследование кинетики коррозионных процессов проводили с помощью измерителя скорости коррозии УИСК-2 в следующих модельных средах:

- 0,5 % раствор лимонной кислоты;
- 2 % раствор винной кислоты;
- 3 % раствор уксусной кислоты.

Установлено, что жесьть двукратной прокатки с последующим электролитическим лужением обладает достаточной коррозионной устойчивостью и может применяться для производства металлической консервной тары.

В таблице 2 приведены результаты эксперимента.

Таблица 2 – Результаты коррозионных исследований новых видов жести на приборе УИСК-2 в модельных средах

№	Образец жести	Стационарная скорость коррозии $V_c \cdot 10^{-3}$, г/(м ² ·ч)		
		3% раствор уксусной кислоты	0,5% раствор лимонной кислоты	2% раствор винной кислоты
1	Черная жесьть двукратной прокатки производства Щелковского металлургического завода	34,1	22,0	11,8
2	Жесьть двукратной прокатки производства Щелковского металлургического завода с последующим лужением на ММК	2,6	2,3	1,0
3	ЭЖК III производства ММК (контроль)	2,9	2,5	1,5

Было проведено лабораторное лакирование указанных видов жести лаком ЭП-547. Химическую стойкость полученных лакокрасочных покрытий и оценку физико-химических свойств проверяли в соответствии с требованиями ОСТ 10.138 путем стерилизации при 120 °С в течение 1 часа в модельных средах.

В результате проведенных испытаний жесьть производства Щелковского металлургического завода с последующим лужением на Магнитогорском металлур-

гическом комбинате рекомендуется для производства сварных и паяных корпусов консервных банок.

Исследование кинетики коррозии белой жести электролитического лужения, выработанной при различных температурах электролита, режимах пассивации и степени промасливания.

В отделе тары ВНИИКОП нами были исследованы образцы жести производства ООО «Магнитогорский металлургический комбинат», изготовленные по «экстремальным» параметрам.

Отрицательного влияния экспериментальных технологических режимов на химическую стойкость, адгезию, пористость, устойчивость к царапанью и удару, изменение цвета и блеска не установлено.

Получены экспериментальные данные о влиянии допустимых технологических отклонений при производстве жести электролитического лужения на химическую стойкость и механическую прочность лакокрасочных покрытий, а также на коррозионную стойкость жести, использование которых дает возможность установить оптимальные параметры:

- температура электролита 30⁰С;
- сила тока при пассивации 5,5 кА;
- скорость транспортирования полосы на участке промасливания 4,0 м/с.

Соблюдение установленных оптимальных параметров технологии лужения белой консервной жести позволит снизить пооперационные потери при производстве металлической консервной тары.

Исследовано влияние органических кислот и фруктовых соков на коррозионные процессы алюминиевой ленты из прочных деформируемых сплавов.

Исследование коррозионных процессов при контакте алюминия с плодоовощными продуктами в России нами проводилось впервые.

Внедрение новых алюминиевых сплавов в консервную промышленность взамен белой жести открывает широкие возможности перед изготовителями консервной тары: получение банок различной конфигурации методом штамповки, их меньший вес, повышение производительности штамповочных автоматов за счет производства банок непосредственно из рулона, создание новых видов укупорки, в частности, легковскрываемых крышек.

С целью определения области применения алюминиевой ленты для производства консервной тары для плодоовощных консервов нами были проведены исследования коррозионной стойкости алюминиевой ленты, изготовленной из сплавов АМг-2, 3104, 5182 с предварительной химической обработкой поверхности (анодирование и хром-фосфатирование) производства ЗАО «Alcoa CM3».

Исследование кинетики коррозионных процессов проводили с помощью УИСК-2 в следующих модельных средах: 0,25 % раствор лимонной кислоты; 0,5 % раствор лимонной кислоты; 1% раствор лимонной кислоты; 2 % раствор винной кислоты; 3 % раствор уксусной кислоты и в соке яблочном неосветленном с сахаром.

Типичные зависимости скоростей коррозии алюминиевой ленты из вышеуказанных сплавов от продолжительности воздействия органических кислот и соков различной концентрации представлены на рисунке 2.

В результате проведённых исследований установлено, что алюминиевая лента из сплавов АМг-2, 3104, 5182 с различной обработкой поверхности обладает достаточной коррозионной стойкостью по отношению к модельным средам, имитирующим различные виды консервов, а также по отношению к соку неосветлённому яблочному с сахаром, который является агрессивной и подвижной средой.

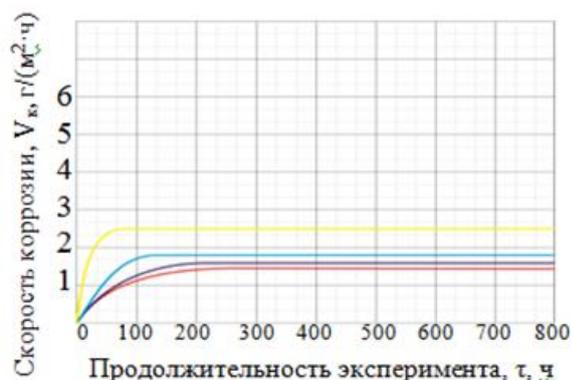


Рисунок 2 – Зависимость скорости коррозии ($V_k \cdot 10^{-3}$ г/м²·ч) алюминиевой ленты из сплавов от продолжительности воздействия сока яблочного неосветленного с сахаром (сверху вниз соответственно):
 - АМг-2 (анодирование);
 - 5182 (хром-фосфатирование);
 - АМг-2 (хром-фосфатирование);
 - 3104 (хром-фосфатирование);
 - 3104 (анодирование).

Исследование штампованных банок из алюминиевой лакированной ленты.

Исследованы цельные круглые банки обозначением 3А, 8А и 12А из алюминиевой лакированной ленты по ТУ 1-2-397-2011 производства ООО «САНТ».

Представленные образцы банок и крышек соответствуют требованиям ГОСТ 5981 «Банки и крышки к ним металлические для консервов. Технические условия».

В связи с изменением в структуре питания РФ исследована коррозионная агрессивность консервов из тропических фруктов по отношению к различным видам жести.

Методом поляризационного сопротивления была исследована белая жесть электролитического лужения марки ЭЖК III (слой олова 8,4 г/м²) при контакте с консервами производства предприятий Индии, Вьетнама, а также соки, изготовленные во ВНИИКОПе, из следующих полуфабрикатов:

- сок манго;
- сок ананасовый;
- нектар из папайи;
- нектар из папайи (по индийской рецептуре): 20% – концентрат папайи; 11,7% – сахар; 0,24% – лимонная кислота; остальное – вода;
- сок манго (по индийской рецептуре): 17,5% – концентрат манго «Тотапури»; 9,3% – сахар; 0,12% – лимонная кислота; остальное – вода;
- сок гуава 2 (по индийской рецептуре): 12,5% – концентрат гуава; 2,3% – сахар; 0,18% – лимонная кислота; остальное – вода.

Были получены новые данные по кинетике коррозии жести электролитического лужения ЭЖК IV (слой олова 11,2 г/м²) и жести повышенной коррозионной стойкости ЭЖК II III, ЭЖК II II и ЭЖК II I в средах консервов из тропических плодов.

На рисунке 3 представлены образцы пластин и консервных банок до и после проведения испытаний.

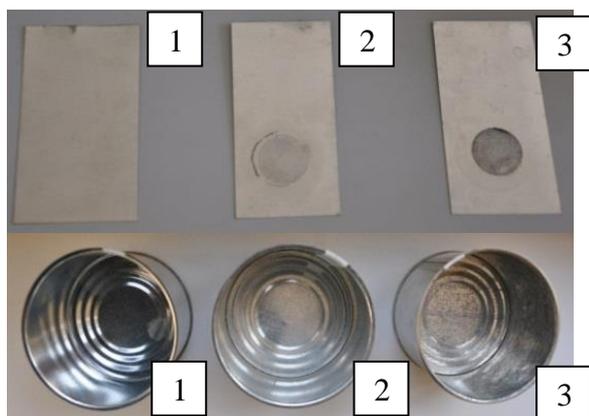


Рисунок 3 – Образцы пластин и консервных банок:

- 1 – до проведения испытаний;
 2 – после испытаний в апельсиновом соке;
 3 – после испытаний в ананасовом соке

Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследований коррозионных процессов при контакте белой жести с консервами из тропических фруктов

№ п/п	Наименование консервов	Продолжительность испытания, ч	Марка жести	Общие потери массы, P_{cp} , г	Стационарная скорость коррозии, $г/(м^2 \cdot ч)$, $\cdot 10^{-3}$	Переход металлов с поверхности одного образца, г	
						Fe, $\cdot 10^{-4}$	Sn, $\cdot 10^{-3}$
1	Сок манго	700	ЭЖК III	0,0019	2,3	11	4,7
2	Сок манго	800	ЭЖК IV	0,0020	1,7	2,8	0,86
3	Сок манго	800	ЭЖК П I	0,0020	1,5	0,25	0,87
4	Сок манго	800	ЭЖК П II	0,0016	1,25	3,0	1,0
5	Сок манго	800	ЭЖК П III	0,0015	0,9	3,1	1,1
6	Сок ананасовый	700	ЭЖК III	0,0015	2,0	4,0	1,8
7	Сок ананасовый	800	ЭЖК IV	0,0015	0,9	3,0	0,1
8	Нектар из папайи	700	ЭЖК III	0,0022	3,1	10	2,8
9	Нектар из папайи	800	ЭЖК IV	0,0018	1,22	0,25	0,33

На рисунке 4 представлены кинетические кривые – зависимость скорости коррозии белой жести от продолжительности воздействия сока манго (1-5) и ананасового сока (6) на различные виды жести.

Как видно из таблицы 3 и рисунка 4, скорость коррозии для белой жести ЭЖК IV и всех классов жести повышенной коррозионной стойкости ниже, чем для серийной жести ЭЖК III. Это свидетельствует о наибольшей коррозионной устойчивости этих видов жести при контакте с исследуемыми консервами.

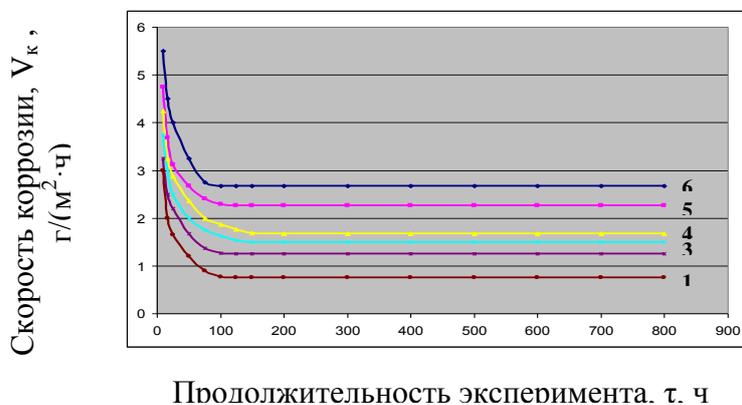


Рисунок 4 – Зависимость скорости коррозии $V_k \cdot 10^{-3}$ г/(м²·ч) для нелакированной белой жести:
 1 – ЭЖК П I;
 2 – ЭЖК П II;
 3 – ЭЖК П I;
 4 – ЭЖК IV;
 5 – ЭЖК III;
 6 – ЭЖК III

Таким образом, проведенные исследования показали, что как увеличение толщины слоя олова, так и нанесение подслоя олова обеспечивают повышение коррозионной стойкости жести в средах консервов из полуфабрикатов. Это позволяет, в данном случае, использовать для производства тары жести с пониженной толщиной слоя олова при условии повышения ее коррозионной стойкости за счет нанесения подслоя олова, что обеспечивает значительный экономический эффект.

Из анализа свойств покрытий новыми отечественными лакокрасочными материалами вытекает, что все они имеют те или иные недостатки. При хороших адгезионных свойствах покрытия лаком ЭП-547 имеют недостаточную химическую стойкость при стерилизации в кислых средах. Для покрытий лаком ФЛ-559 при высокой химстойкости характерны высокие когезионные напряжения, превышающие адгезионное взаимодействие, что является причиной невозможности получения двухслойных покрытий и снижения адгезии при стерилизации в модельных средах.

Покрытия эмалью ЭП-5147 при высокой химической стойкости имеют низкие физико-механические свойства, например, твердость.

Во избежание изложенных недостатков Котласским химическим заводом были разработаны рецептуры новых лаков и эмалей: лаки Фенопол-1, Фенопол-2, ПЭ-1350, ЭП-551 покровный; эмали адгезионная ФП-5200 светло-желтая, ЭП-5152 белая, ПЭ-5350 белая, ПЭ-5351 белая, ПЭ-5477 белая, ПЭ-5485 белая.

Опытные образцы новых лакокрасочных материалов были испытаны во ВНИИКОП.

Также были испытаны новые лакокрасочные материалы, разработанные и представленные ЗАО «НПК ЯрЛИ» (г. Ярославль): лак ЯрЛИ ЭП-5231 ПН золотистый; эмали ЯрЛИ ЭП-5319 ПН белая, ЯрЛИ ЭП-5319 серебристая.

Лакокрасочные материалы наносили на жести электролитического лужения ЭЖК II производства Карагандинского металлургического комбината.

В отделе применения тары в консервной промышленности ГНУ ВНИИКОП было проведено лабораторное лакирование жести новыми ЛКМ с измененным химсоставом производства «МетТа Защита» (Санкт-Петербург): лак ЭП-547 консервный, ТУ 2311-001-61074567-2009; эмаль ЭП-5147, ТУ 2312-002-61074567-2009.

Все испытания проводили в соответствии с требованиями ОСТ 10.138 «Жесть белая в листах лакированная. Общие технические условия».

Таким образом, покрытия лаком Фенопол-2, эмалью ЯрЛИ ЭП-5319 ПН и лаком ЯрЛИ ЭП-5231, а также лакокрасочными материалами ООО «МетТа Защита» выдержали испытания на химическую стойкость и механическую прочность.

В четвертой главе проведена промышленная оценка качества консервов и состояния тары из белой жести с новыми лакокрасочными покрытиями на внутренней поверхности в процессе их длительного хранения.

В цеху лакирования жести ООО «Жестянобаночная мануфактура» на автоматической линии «Майлендер» была отлакирована промышленная партия жести.

Лакирование жести А₂ДІ для внутренней и наружной поверхности жестяных банок №9 по ГОСТ 5981 и крышек осуществлялась по следующим вариантам:

1-й вариант: однослойное лаком ЭП-547 для наружной поверхности;

2-й вариант: двухслойное покрытие смесью эмали ЭП-5147 и лака ЭП-547 с добавлением скользящей добавки ПВО-30 во второй слой.

Таким образом, однослойное покрытие лаком ЭП-547 и двухслойное покрытие смесью эмали ЭП-5147 и лака ЭП-547 с добавлением скользящей добавки ПВО-30 во 2-й слой выдержали испытания на химическую стойкость во всех модельных средах. Адгезия лакокрасочного покрытия до и после стерилизации для всех вариантов составила 100 %.

Из лакированной жести в жестянобаночном цеху была выработана промышленная партия жестяных банок №9.

Нами были проведены исследования по подбору химически стойких лакокрасочных покрытий, связанные с разработкой рекомендаций по изготовлению консервов в банках с применением новых лакокрасочных материалов.

Для достижения поставленной цели в консервном цеху ЗАО «Полтавские консервы» и на экспериментальном стенде ГНУ ВНИИКОП были изготовлены промышленные партии консервов в жестяных банках №9 следующего ассортимента: «Щи из свежей капусты», «Говядина тушеная», «Свинина тушеная», «Икра из кабачков», «Зелёный горошек», «Фасоль красная», «Фасоль белая», «Томатная паста».

Консервы были изготовлены в сварных банках №9 из белой жести А₂ДІ с использованием лака ЭП-547 (ТУ 2311-001-61074567-2009) и эмали ЭП 5147 (ТУ 2312-002-61074567-2009) (ООО «МетТа Защита»).

В качестве контроля образцы консервов были изготовлены в стеклянных банках.

Для установления сроков хранения часть консервов выдерживалась в обычных складских условиях, другая часть – в термостате при 32 °С. Для характеристики изменения качества консервов в процессе хранения нами были выбраны следующие показатели: микробиологическая стабильность, физико-химические и органолептические характеристики (внешний вид, вкус, запах, консистенция), пищевая ценность и взаимодействие тары с продуктом (переход Fe, Sn, Cu), состояние внутренней поверхности металлической тары. В таблице 4 приведены микробиологические показатели консервов «Икра из кабачков».

Таблица 4. Микробиологические показатели консервов «Икра из кабачков»

Наименование показателя	Метод испытания	Норма	Результат
Внешний вид тары с продуктом перед анализом	ГОСТ 26669	Не допускаются дефекты	Вид образцов нормальный
Мезофильные анаэробные клостридии	ГОСТ 30425	Не более 1 клетки клостридий в 1 см ³ или 1 г продукта (исключая <i>C. botulinum</i> и <i>C. perfringens</i>)	Не обнаружены во всех образцах
Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы	ГОСТ 30425	Не более 11 бактерий из группы <i>B. subtilis</i> в 1 см ³ или 1 г продукта	Не обнаружены во всех образцах

По результатам микробиологических исследований все консервы на протяжении хранения отвечали требованиям промышленной стерильности.

Также был проведен контроль физико-химических показателей консервов. Их значения соответствуют требованиям ГОСТ. В таблице 5 представлены показатели качества консервов «Икра из кабачков» и их пищевая ценность после хранения в течение 3 лет.

Таблица 5. Физико-химические показатели консервов «Икра из кабачков» и пищевая ценность на 100 г продукта

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %	19,1
Массовая доля жира, %	7,1
Массовая доля хлоридов, %	1,5
Массовая доля титруемых кислот, %	0,35
Минеральные примеси	Отсутствуют
Примеси растительного происхождения	Отсутствуют
Посторонние примеси	Отсутствуют
Белки, г	1,1
Жиры, г	7,1
Углеводы, г	7,2

В результате проведенных исследований установлено, что сроки годности консервов различной степени агрессивности увеличены: для слабоагрессивных – до 4 лет; среднеагрессивных – до 3 лет; сильноагрессивных – до 3 лет.

В пятой главе разработана система математического описания параметров хранения плодоовощных консервов в металлической таре, используя алгоритмы и базу данных которой, предложена компьютерная автоматизированная система описания и оценки параметров хранения плодоовощных консервов в металлической таре.

Разработанная система алгоритмов системы описания и оценки параметров хранения плодоовощных консервов в металлической таре в совокупности с сформированной базой данных позволит установить сроки годности высококачественных продуктов питания в металлической таре *без проведения повторных исследований*.

Создание такой системы позволит освободить экспертов от проведения повторных коррозионных испытаний и сосредоточиться на развитии методик, накоплении и расширении базы данных плодоовощных консервов. Также создание такой системы позволит выявить комплексные признаки с целью определения оптимальных способов защиты и увеличения сроков годности плодоовощной продукции.

Исходными данными для математического компьютерного описания параметров хранения плодоовощных консервов приняты технологические факторы защиты металлической тары: 1) нелакированный корпус с защищенным продольным сварным швом; 2) лакированный корпус с незащищенным продольным сварным швом.

В результате проведенных коррозионных испытаний была получена экспериментальная зависимость изменения глубинного показателя скорости коррозии $K_{зл}$ от продолжительности испытаний τ (кинетическая кривая), рисунок 5а.

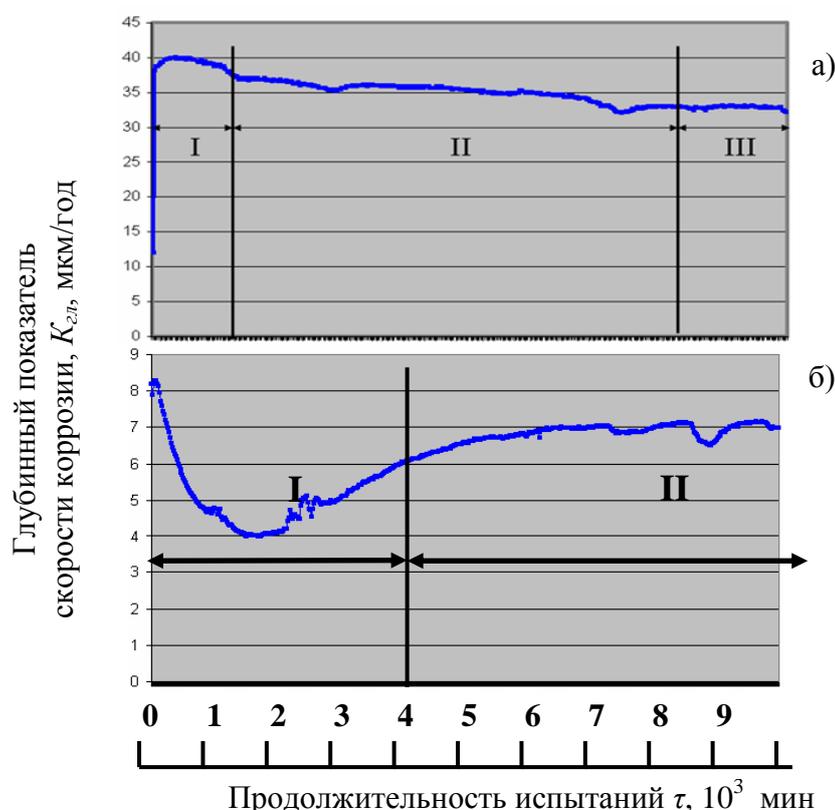


Рисунок 5 – Экспериментальная зависимость изменения глубинного показателя скорости коррозии $K_{зл}$ от продолжительности испытаний τ с различными технологическими факторами:

а – нелакированный корпус с защищенным продольным сварным швом;

б – лакированный корпус с незащищенным продольным сварным швом;

Рисунок 5а: I – область максимума глубинного показателя скорости коррозии $K_{зл}$;

II – область уменьшения $K_{зл}$;

III – область постоянного значения $K_{зл}$.

Рисунок 5б: I – область синусоидальной зависимости $K_{зл}$;

II – область экспоненциальной зависимости $K_{зл}$.

Для идентификации параметров кинетики коррозии воспользовались методикой, заключающейся в разделении графика, представленного на рисунке 5а, на три области: I – область максимума глубинного показателя скорости коррозии $K_{зл}$,

II – область уменьшения K_{2l} и III – область постоянного значения K_{2l} . Первая область I включает в себя возрастание и уменьшение K_{2l} , но лишь на том участке, где эти показатели скорости коррозии примерно равны (в данном случае это участок максимума на интервале 0 до 1176 мин.). Проведем аппроксимацию графика методом регрессионного анализа.

При использовании математического аппарата, заложенного в программной среде MathCAD, получаем математическое описание кинетики данного коррозионного процесса:

$$K_{г.л}(\tau) = \begin{cases} 58,854 \cdot \sin(\tau + 1,503) - 57,845, & \tau < 1176, \\ -0,127 \cdot \tau + 0,939, & 1176 \leq \tau \leq 8463, \\ 33,395, & \tau > 8463. \end{cases}$$

При $\tau > 8463$ мин. экспериментальную зависимость можно представить в виде горизонтальной линии, что характеризует переход коррозионного процесса в стационарное состояние.

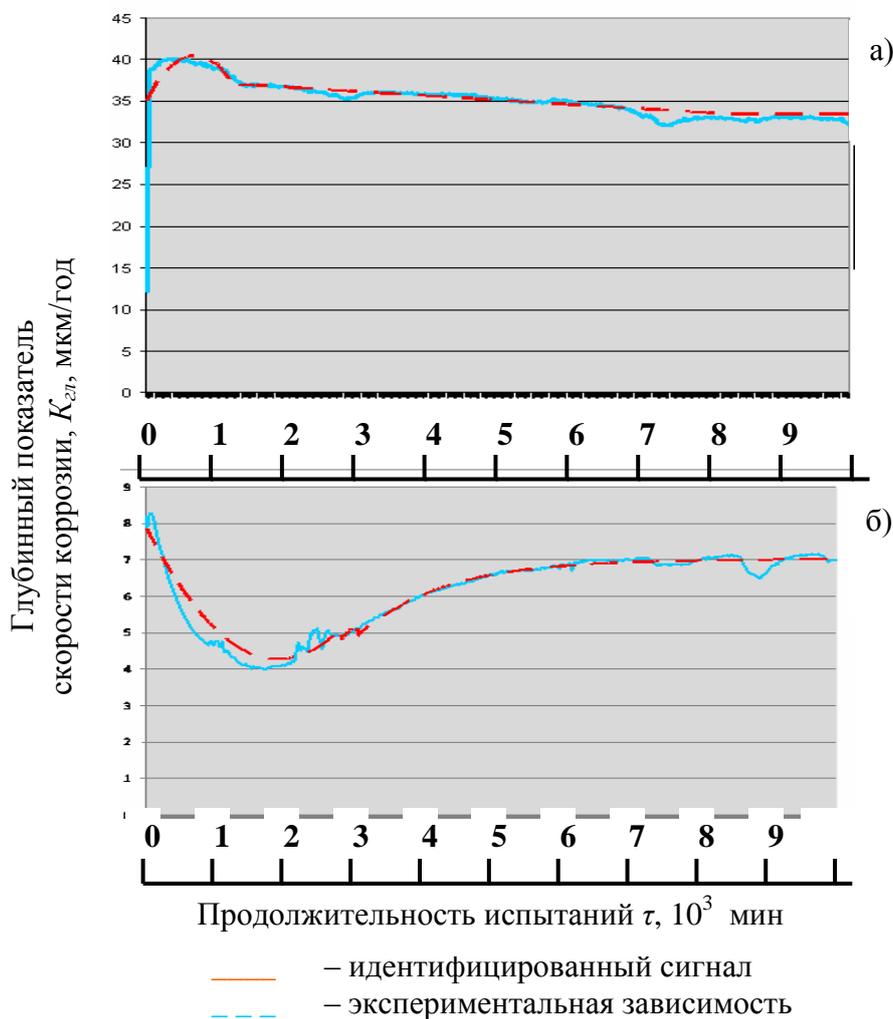


Рисунок 6 – График идентифицированного сигнала в сравнении с графиком экспериментальной зависимости K_{2l} от τ с различными технологическими факторами:

- а – нелакированный корпус с защищенным продольным сварным швом;
- б – лакированный корпус с незащищенным продольным сварным швом.

Идентификацию параметров кинетики коррозии и представление сигналов в виде аппроксимирующих функций проводили, используя аналогичный алгоритм

оценки, как и в случае первого технологического фактора. Графики идентифицированных сигналов в сравнении с графиками экспериментальных зависимостей K_{27} от времени τ представлены на рисунке 6.

На рисунках 7,8 представлены диалоговые окна программы Canned Food. На рисунке 7 представлен общий вид пользовательского окна.

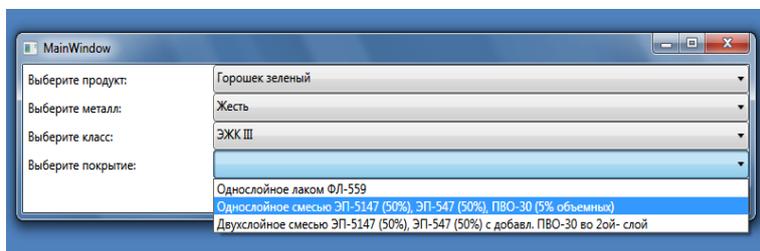


Рисунок 7 – Общий вид пользовательского окна программы Canned Food

Оператор выбирает значение готового продукта для фасования в тару – программа предлагает для каждого продукта систему знаний, находящихся в базе, предлагая для каждого возможные варианты металлического материала, класса, а также лакокрасочного покрытия. Оператор, исходя из поставленных задач, имеет возможность подобрать подходящие именно ему параметры.

На рисунке 8 представлено экспертное окно.

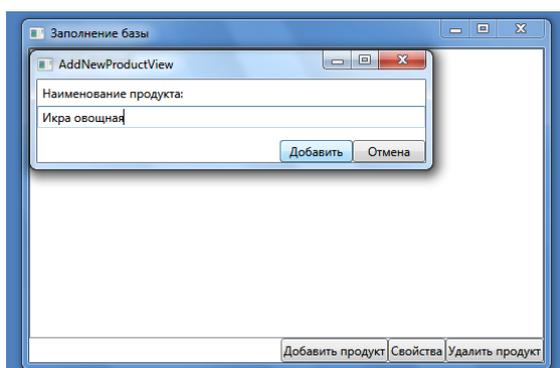


Рисунок 8 – Общий вид экспертного окна управления программой Canned Food

Программа разработана таким образом, что обновляется автоматически, как экспертная версия, так и база данных для широкого пользования.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Экспериментально установлено соответствие между десятибалльной шкалой коррозионной стойкости (глубинный показатель скорости коррозии) металлических тарных материалов и классификацией консервов по степени коррозионной агрессивности (гравиметрический показатель скорости коррозии).

2. Исследовано влияние коррозионных процессов новых тарных материалов и консервных сред на продолжительность хранения плодоовощных консервов. Экспериментально показано увеличение сроков годности хранения плодоовощных консервов, изготовленных с применением новых тарных материалов.

Также экспериментально доказано, что характеристики качества продукции, фасованной в алюминиевую тару из испытанных сплавов имеют высокие показате-

тели, сравнимые с тарой из жести при той же толщине. Разработаны «Рекомендации по изготовлению консервов в банках из алюминиевой лакированной ленты по ТУ 1-2-397-2011 «Лента алюминиевая лакированная для изготовления консервной тары. Технические условия».

3. Исследована коррозионная агрессивность консервов из тропических фруктов по отношению к различным видам нелакированной белой жести электролитического лужения. Впервые получены данные по коррозионной агрессивности консервов из тропических фруктов.

4. Установлены рекомендуемые технологические параметры и сроки годности плодовоовощных консервов в металлической таре с новыми лакокрасочными покрытиями.

5. Разработаны рекомендации по изготовлению консервов в банках с применением новых лакокрасочных материалов к «Технологической инструкции по лакированию белой жести горячего и электролитического лужения в листах, предназначенной для производства консервной тары и крышек типа I».

6. Разработана система математического описания параметров хранения плодовоовощных консервов, основанная на определении аппроксимирующих функций, достоверно описывающих реально протекающий коррозионный процесс.

7. Впервые разработана современная компьютерная автоматизированная система описания, оценки параметров хранения и прогнозирования сроков годности плодовоовощных консервов с возможностью удалённого подключения к системе и её автоматического обновления.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

Публикации в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Шавырин, В.А. Соответствие между десятибалльной шкалой коррозионной стойкости металлических тарных материалов и классификацией консервов по степени коррозионной агрессивности [Текст] / В.А. Шавырин, Н.С. Товстоко́ра, А.Ш. Чавчанидзе, Н.Ю. Тимофеева, А.Ю. Базаркин, И.Е. Розенблат // Практика противокоррозионной защиты. – 2011. – №1. – С.56-60 (0,3 п.л., лично автором – 0,1 п.л.).

2. Горенькова, А.Н. О коррозионной агрессивности фруктовых консервов из тропических плодов в металлической таре [Текст] / А.Н. Горенькова, Т.Ф. Платонова, Н.С. Товстоко́ра, И.Е. Розенблат // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – №9. – С.39-41 (0,2 п.л., лично автором – 0,05 п.л.).

3. Гореньков, Э.С. Алюминиевая лента для консервной тары [Текст] / Э.С. Гореньков, Т.Ф. Платонова, Н.С. Товстоко́ра, И.Е. Розенблат // Пищевая промышленность. – 2012 – №6. – С.24 (0,1 п.л., лично автором – 0,03 п.л.).

4. Шавырин, В.А. Совершенствование методики оценки наружного покрытия металлических штампованных банок [Текст] / В.А. Шавырин, Т.Ф. Платонова, И.Е. Розенблат // Пищевая промышленность. – 2012. – №6. – С.22-23 (0,1 п.л., лично автором – 0,03 п.л.).

5. Розенблат, И.Е. Экологически безопасная металлическая тара для производства плодоовощных консервов [Текст] / И.Е. Розенблат, Э.С. Гореньков // Пищевая промышленность. – 2013. – №6. – С.13 (0,1 п.л., лично автором – 0,05 п.л.).

Статьи и материалы конференций

6. Розенблат, И.Е. Математическое компьютерное описание кинетики коррозии металлической упаковки продуктов питания [Текст] / И.Е. Розенблат, А.Ш. Чавчанидзе, Р.Т. Газимов // VIII Международная научно-техническая конференция «Техника и технология пищевых производств» ч.2, Могилев. – 2011. – С.15 (0,1 п.л., лично автором – 0,03 п.л.).

7. Розенблат, И.Е. Использование метода математического моделирования в исследовании кинетики коррозии металлической консервной тары [Текст] / И.Е.Розенблат, А.Ш. Чавчанидзе, Р.Т. Газимов // Научная конференция с международным участием «Пищевая наука, техника и технологии – 2011», Пловдив. – 2011. – С.399-402 (0,2 п.л., лично автором – 0,1 п.л.).

8. Розенблат, И.Е. Коррозионная агрессивность фруктов консервов из тропических плодов в металлической таре [Текст] / И.Е. Розенблат, Э.С. Гореньков // VIII Международная научная конференция студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств», Могилев. – 2012. – С.24 (0,1 п.л., лично автором – 0,05 п.л.).

9. Розенблат, И.Е. О применении модифицированной алюминиевой ленты для изготовления консервной тары [Текст] / И.Е. Розенблат, Э.С. Гореньков // XII Международная конференция молодых ученых «Пищевые технологии и биотехнологии», Казань. – 2012. – С.246 (0,1 п.л., лично автором – 0,05 п.л.).

10. Горенькова, А.Н. О применении новых лакокрасочных материалов для внутренних покрытий металлической консервной тары [Текст] / А.Н.Горенькова, Т.Ф.Платонова, Н.С.Товстокова, И.Е.Розенблат // Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы в области создания инновационных технологий хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов», Углич. – 2011. – С.31-34 (0,2 п.л., лично автором – 0,05 п.л.).

11. Розенблат, И.Е. Использование метода математического моделирования в исследовании кинетики металлической упаковки продуктов питания [Текст] / И.Е. Розенблат, А.Ш. Чавчанидзе // Конференция молодых ученых и специалистов «Современные методы направленного изменения физико-химических и технологических свойств сельскохозяйственного сырья для производства продуктов здорового питания», Москва. – 2011. – С.232-235 (0,2 п.л., лично автором – 0,1 п.л.).

12. Розенблат, И.Е. О применении модифицированной алюминиевой ленты для изготовления консервной тары [Текст] / И.Е. Розенблат, Э.С. Гореньков // 6-я Конференция молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции «Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности», Видное. – 2012. – С.271-273 (0,2 п.л., лично автором – 0,1 п.л.).

13. Шавырин, В.А. Новые лакокрасочные материалы для металлической тары и средств укупорки [Текст] / В.А. Шавырин, А.Н. Горенькова, Т.Ф. Платонова, И.Е. Розенблат // Тара и упаковка. – 2011. – №3. – С.34-35 (0,3 п.л., лично автором – 0,1 п.л.).

14. Горенькова, А.Н. О применении новых отечественных лакокрасочных материалов для металлической консервной тары [Текст] / А.Н. Горенькова, Т.Ф. Платонова, Н.С. Товстокопа, В.А. Шавырин, И.Е. Розенблат // Консервное производство. – 2012. – №2. – С.45-47 (0,1 п.л., лично автором – 0,025 п.л.).

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014615724 «Программный модуль компьютерной автоматизированной системы «Canned Food» - описание и оценка параметров применения металлической тары для плодоовощных консервов» / Автор: Розенблат И.Е. Правообладатель: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности. Дата регистрации: 30 мая 2014 г.