

На правах рукописи

Носова Анна Сергеевна

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЖИРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ФРИТЮРНОЙ ПРОДУКЦИИ**

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

2013

Диссертационная работа выполнена в Федеральном Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» на кафедре «Технологии продуктов питания»

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
зав. кафедрой «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И.Вавилова»
Симакова Инна Владимировна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
зав. кафедрой «Технология и организация питания, гостиничного хозяйства и туризма» ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК»
Артемова Елена Николаевна

кандидат биологических наук, доцент
кафедры «Технологии, организации и гигиены питания» ФГБОУ ВПО «ОрелГИЭТ»
Большакова Лариса Сергеевна

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный торгово-экономический университет»

Защита диссертации состоится « 26 » декабря 2013 года в 15-00 часов на заседании Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.182.08 при ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК» по адресу: 302020, г. Орёл, ул. Наугорское шоссе, 29, ауд. 212.

Текст автореферата и объявление о защите размещены в сети интернет на сайте Минобрнауки РФ (<http://vak.ed.gov.ru/>) и на сайте ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК» (<http://www.gu-unpk.ru/>) «25» ноября 2013 года.

Автореферат разослан « _____ » 2013г.

Ученый секретарь диссертационного совета, к.т.н., доцент



А.П. Симоненкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Век быстрого темпа жизни требует экономии времени, в том числе, и на еде, а, значит, популярность фастфуда, где главенствуют технологии и продукты фри, не вызывает сомнений. Объемы продаж таких продуктов за рубежом огромны, а в России еще не достигли своего пика, и по прогнозам маркетологов, будут расти, сопровождаясь увеличением производства и использования, специальных фритюрных жиров различного состава. Жир является важнейшим компонентом в технологии производства фритюрной продукции, и от изменения его качества в ходе термической обработки зависит качество обжариваемых продуктов. Известны данные о негативном влиянии токсичных веществ окисления жиров на организм человека, однако среди ученых нет единого мнения по вопросу их накопления в жире разного жирнокислотного состава и адсорбции токсинов обжариваемыми продуктами различной природы. Для обеспечения безопасности и качества фритюрной продукции необходимо предложить меры, позволяющие гарантировать безопасность такой продукции для потребителя.

В последнее время активно проводятся исследования и разрабатываются методы очистки отработанных фритюрных жиров. Существующие технологии трудноосуществимы в условиях работы предприятий общественного питания и не удовлетворяют всем требованиям качества, позволяя уменьшить до предельно допустимых значений лишь отдельные показатели.

Кроме того, на государственный уровень вынесена задача разработки и совершенствования безотходных технологий, которые позволят уменьшить вред, наносимый окружающей среде (ФЗ РФ №7 «Об охране окружающей среды», ФЗ РФ №89 «Об отходах производства и потребления», Доктрина экологической безопасности), снизить уровень издержек и себестоимость продукции, увеличить прибыль предприятия и конкурентоспособность в условиях ВТО (Указ № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», SPS «Соглашение ВТО по применению санитарных и фитосанитарных мер», Распоряжение от 10 января 2013 №1 «О комплексе мер по реализации Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период 2020 года в 2013 году»).

Все вышесказанное послужило основанием для выбора темы диссертационной работы.

Степень разработанности проблемы. Проведенные исследования основаны на научно-теоретических трудах и экспериментальных исследованиях таких ученых, как Эмануэль Н.М., Денисов С.А., Григорьева В.Н., Алымова Т.Б., Шильман Л.З., Перкель Р.Л., Арутюнян Н.С., Максимец В.П., Innawong, B., P. Mallikarjunan, P, Olieman N. W. и другие.

Цель и задачи исследования. Целью данной работы явилось повышение качества жира для производства фритюрной продукции с использованием технологии адсорбционной очистки.

В соответствии с поставленной целью было намечено решение ряда взаимосвязанных задач:

- провести маркетинговое исследование современного состояния рынка фастфуда и жиров, используемых в индустрии общественного питания;
- комплексно исследовать динамику изменений показателей качества пальмового масла (ПМ) и жира «Альпийский» (ЖА) в зависимости от жирнокислотного состава, срока их возможного использования в технологическом процессе и от вида обжариваемого продукта;
- провести исследования качества и безопасности продуктов, обжаренных во фритюре;
- разработать способ очистки термоокисленных фритюрных жиров с использованием адсорбционной технологии;
- разработать техническую документацию и рассчитать экономический эффект от внедрения предложенной технологии очистки фритюрных жиров в предприятиях общественного питания.

Научная новизна и теоретическая значимость работы:

- ПМ более термоустойчиво, так как срок его возможного использования в технологии производства фритюрной продукции составляет 20 часов непрерывного нагрева, по сравнению со специальным жиром ЖА, срок использования которого - 12 часов, что связано с наличием в ПМ большего количества насыщенных жирных кислот, стойких к окислению (соответствует п. 13 области исследований паспорта специальности 05.18.15);
- окислительные изменения ПМ и ЖА, независимо от их жирнокислотного состава, при обжаривании продуктов различной природы имеют схожую динамику. Исследуемые образцы ПМ и ЖА после жарки картофеля на фоне высоких органолептических показателей (даже после 20 часов непрерывного нагрева) имеют худшие физико-химические показатели по сравнению с образцами жиров после жарки мучного изделия «Чак-чак» и крылышек куриных (соответствует п. 13 области исследований паспорта специальности 05.18.15);
- крахмалсодержащие продукты, обжаренные во фритюре, обладают разной способностью адсорбции токсинов высоконагретых жиров (соответствует п. 13 области исследований паспорта специальности 05.18.15);
- степень изменений в организме при регулярном потреблении изделий, обжаренных во фритюре, зависит от качества жира, а также структуры и природы обжаренного продукта. Наибольший токсический эффект на организм оказывает картофель фри по сравнению с мучным кулинарным изделием «Чак-чак» (соответствует п.п 3, 4 области исследований паспорта специальности 05.18.15);
- предложен новый технологический способ адсорбционной очистки фритюрных жиров с применением экспериментально разработанного комплекса природных адсорбентов, который позволяет восстановить качество термоокисленных фритюрных жиров и продлить срок их использования в

технологическом процессе, а также повысить качество и безопасность обжариваемых продуктов.

Практическая значимость работы. Разработаны методические указания по контролю качества фритюрных жиров, утвержденные заместителем Председателя Правительства Саратовской области - министром сельского хозяйства Саратовской области.

По итогам VIII Саратовского Салона изобретений, инноваций и инвестиций работа отмечена золотой медалью.

Разработанный способ очистки фритюрных жиров позволяет продлить срок их использования в технологическом цикле производства фритюрной продукции.

Данный способ внедрен в практику работы: ООО «Здоровое питание», акт внедрения от 28.03. 2013 года, ООО «Гурман», акт внедрения от 10.04.2013 года, ИП «Волохов», акт внедрения от 12.04. 2013 года, ООО «Отель Жемчужина», акт внедрения от 12.04. 2013 года, ООО «Феникс К», акт внедрения от 26.06.2013 года.

Результаты научных и экспериментальных исследований использованы в учебном процессе в курсах дисциплин направлению подготовки 2600800.62, 260100.62 и 100800.62.

Методология и методы исследования.

Исследования проводились с использованием общепринятых современных методов по контролю качества и безопасности жиров и кулинарной продукции.

Для изучения спроса на жиры и фритюрную продукцию был проведен маркетинговый анализ.

Органолептический анализ фритюрных жиров проводили по ГОСТ Р 53161-2008. Жирнокислотный состав масел и жиров определяли методом газожидкостной хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме ГОСТ Р 51483-99. Кислотное число (мг КОН/г) определяли по ГОСТ Р 52110. Перекисное число (мэкв/кг) определяли по ГОСТ Р 51487. Суммарное содержание вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире, методом Фарииона. Содержание жира (маслопоглощение) в обжаренных продуктах определяли экстракционно-весовым методом по отраслевой методике. Влажность продуктов определяли методом высушивания в сушильном шкафу ГОСТ 5900-73 и ГОСТ 28561-90. Изучение влияния фритюрных жиров и обжариваемых в них продуктов на организм животных при длительном потреблении изучали путем патоморфологического, гистологического, гематологического методов исследования. Клинический анализ крови осуществляли аппаратурным методом на гематологических анализаторах: PSE 90 Vet, Biochem SA (производство USA). Отбор проб для исследования вели согласно ГОСТ 5471-83. Статистическая обработка результатов параллельных измерений выше перечисле-

ленных показателей проводилась с помощью прикладной программы «Stat Plus».

Основные положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие положения:

1. Результаты маркетингового исследования современного состояния рынка продукции фастфуда и жиров, используемых в индустрии общественного питания.

2. Результаты комплексной оценки изменений показателей качества фритюрных жиров: ПМ и ЖА, отличающихся жирнокислотным составом, в зависимости от срока их возможного использования в технологическом процессе и от вида обжариваемого продукта.

3. Результаты исследования качества и безопасности крахмалсодержащих продуктов, обжаренных во фритюре: картофеля фри и мучного кулинарного изделия «Чак-чак».

4. Новый способ адсорбционной очистки термоокисленных фритюрных жиров, позволяющий повысить их качество с целью продления срока службы в технологическом процессе и последующего использования в других областях промышленности.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Достоверность подтверждается выбором современных методов анализа физико-химических характеристик исследуемых жиров, использованием методов статистической обработки полученных экспериментальных данных.

Результаты работы доложены и прошли обсуждение на научных конференциях, в том числе, международных научных и научно-практических конференциях: ежегодных конференциях научно-исследовательской и производственной работы студентов и аспирантов (ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И.Вавилова» за 2009 и 2010 г.г.), 5-м Российском Форуме «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии» (Санкт-Петербург, 2010 г), «Молодые ученые - пищевой и перерабатывающей промышленности АПК» (Саратов, 2011 г.), «Технология и продукты здорового питания», (Саратов, 2011, 2012 года), «Современные достижения биотехнологии», (Ставрополь, 2011 г.), «Инновационные направления в пищевых технологиях», (Пятигорск, 2012 г.), «Прогрессивная техника и технологии пищевых производств, ресторанного бизнеса и торговли» (Харьков, 2012 г.), международная научно-техническая интернет-конференция «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем» (г. Орел, 2012г.), «Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России» (Ростов-на-Дону, 2012 г.), VIII Саратовский Салон изобретений, инноваций и инвестиций (Саратов, 2013г.).

Публикации. По результатам исследования опубликовано 16 работ, в том числе, 3 статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 1 коллективная монография.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, аналитического обзора литературы, экспериментальной части, заключения, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 148 страницах, содержит 29 рисунков, 38 таблиц и 3 приложения. Библиографический список включает 252 наименований, в том числе, 76 зарубежных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введение обоснована актуальность, сформулирована новизна и практическая значимость работы.

В первой главе содержатся данные информационно-аналитического обзора рынка фастфуда и жиров, используемых в индустрии питания; проблем окисления жиров при хранении и термической обработке, влияния термически окисленных жиров и продуктов, обжаренных в них, на организм человека. Проведено маркетинговое исследование российского и зарубежного опыта по вопросам контроля качества свежих и использованных фритюрных жиров, показавшее, что применяемые современные экспресс-методы не отражают глубины произошедших изменений в жире, многие из них предназначены для подсолнечного масла и трудноосуществимы на производстве.

Рассмотрены аспекты государственной политики в области здорового питания, экологии, утилизации фритюрных жиров, как отходов 4-го класса опасности для окружающей среды. Изучена возможность повышения качества и безопасности фритюрной продукции на этапе ее производства путем адсорбционной очистки фритюрных жиров.

Во второй главе «Объекты, методология и методы исследований» обоснован выбор объектов исследований, описаны методы анализа, дана программно-целевая схема исследований, которая представлена на рисунке 1.

В соответствии с целями и задачами диссертационной работы объектами исследований явились:

- ПМ и ЖА до термической обработки и после жарки картофеля фри, крылышек куриных, мучного изделия «Чак-чак»;
- картофель фри, мучное изделие «Чак-чак», крылышки куриные до и после жарки во фритюре;
- ПМ, экстрагированное из обжариваемых во фритюре продуктов;
- контрольная и опытные группы крыс.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ маркетинговых данных показал, что индустрия быстрого питания в России стремительно растет, ежегодный рост этого сегмента рынка составляет 20-30 %. Наибольшие объемы продаж в предприятиях фастфуда РФ приходятся на картофель фри - 30-35 %, куриные крылышки - 15-20 %, куриное филе в панировке - 10 %, пирожки, беляши, чебуреки - 10-15 %, пончики - 15 %, рыбы и морепродукты фри - 10 %, прочие овощи фри – 5 %. Мучное кулинарное изделие «Чак-чак» промышленного производства занимает 10 % объема продаж от всех мучных изделий. Для изготовления кулинарной про-

дукции, не смотря на продвижение в этом сегменте рынка высокоолеинового масла, в основном, используется ПМ и его фракции. Таким образом, в качестве объектов исследования целесообразно выбрать ПМ и фритюрные жиры на его основе и наиболее популярные виды фритюрной продукции – картофель фри, куриные крылышки, мучное кулинарное изделие «Чак-чак».

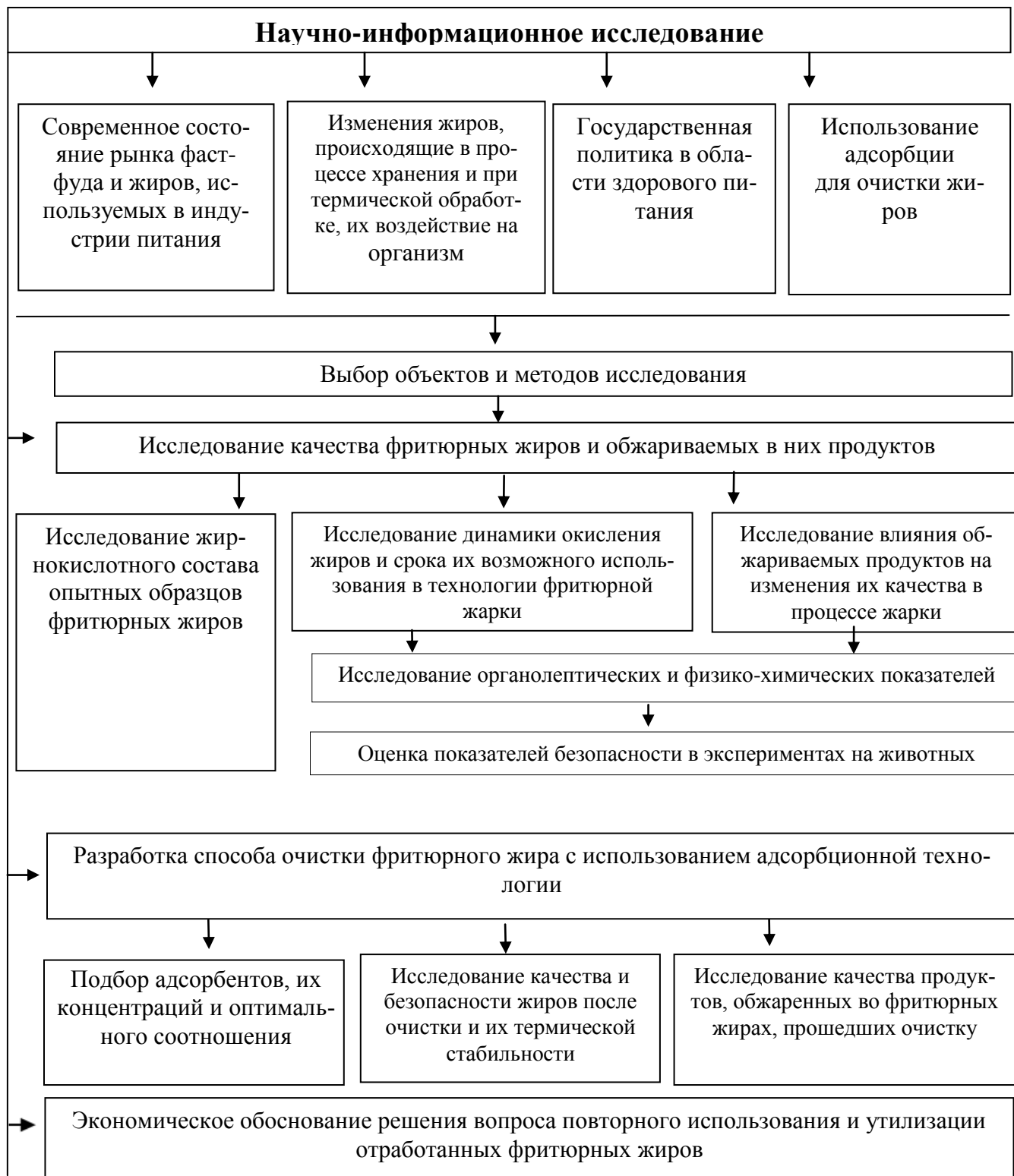


Рис. 1 – Схема эксперимента

Исследование качества фритюрных жиров и обжариваемых в них продуктов

На первом этапе провели исследование жирнокислотного состава образцов фритюрных жиров (табл.1).

Таблица 1 - Жирнокислотный состав исследуемых жиров

Наименование жирной кислоты	ПМ		ЖА	
	Всего, % к сумме жирных кислот	Массовая доля жирной кислоты, %	Всего, % к сумме жирных кислот	Массовая доля жирной кислоты, %
насыщенные				
8:0 Каприловая	50,9	-	48,7	0,025
10:0 Каприновая		-		0,066
12:0 Лауриновая		0,1		0,465
14:0 Миристиновая		0,5		1,419
15:0 Пентадекановая		-		0,087
16:0 Пальмитиновая		44,8		41,143
17:0 Маргариновая		-		0,12
18:0 Стеариновая		3,5		4,84
20:0 Арахидоновая		1,0		0,34
22:0 Бегеновая		-		0,12
24:0 Лигноцериновая		-		0,07
мононенасыщенные				
14:1 Миристолеиновая	41,6	-	38,9	0,028
16:1 Пальмитолеиновая		0,6		0,199
17:1 Маргаринолеиновая		-		0,03
18:1 Элаидиновая		-		1,854
18:1 Олеиновая		41,0		36,399
22:1 Эруковая		-		0,39
полиненасыщенные				
18:2 Линолевая	7,5	7,0	12,4	11,325
18:2 Линоэладиковая		-		0,38
18:3 Линоленовая		0,5		0,7

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что ПМ содержит большее количество насыщенных жирных кислот, чем ЖА, что нежелательно с физиологической точки зрения. По содержанию эссенциальных жирных кислот наиболее предпочтительным является употребление в пищу ЖА, в связи с их более высокой концентрацией, однако в процессе жарки такие ненасыщенные жирные кислоты будут подвергаться окислению намного быстрее. По жирнокислотному составу эти виды масел, в соответствии с современными представлениями, не являются идеальными, но более предпочтительным для жарки во фритюре будет ПМ.

Для исследования динамики окисления жиров и срока их возможного использования в технологии фритюрной жарки, а так же влияния обжариваемых продуктов на изменения их качества в процессе жарки, образцы исследуемых жиров в лабораторных условиях подвергали высокотемпературному нагреву вместе с продуктами: куриными крылышками, картофелем фри, мучным кулинарным изделием «Чак-чак». Наибольшим изменениям органо-

лептических показателей подверглись образцы фритюрных жиров после жарки в них крылышек куриных, наименьшие изменения органолептических показателей произошли в образцах фритюрных жиров после жарки картофеля фри. Таким образом, как в образце ПМ, так и в образце ЖА, окислительные изменения при обжаривании продуктов имеют схожую динамику. Тем не менее, отмечено, что ПМ, по органолептическим показателям, более термостойчиво (20 часов непрерывного нагрева), по сравнению с ЖА (12 часов непрерывного нагрева), что объясняется различиями в жирнокислотном составе и превалированием в ПМ жирных кислот, устойчивых к окислению.

На предприятиях фритюр снимают с производства, руководствуясь, в основном, органолептическими показателями его качества. Таким образом, целесообразным было исследовать глубину изменений фритюрных жиров по достижению ими критических показателей, основываясь на проведенной ранее органолептической оценке.

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества жиров до и после жарки

Обжариваемый продукт	Вид фритюрного жира (время непрерывной работы)	Кислотное число, мг КОН/г			Перекисное число, мэкв./кг			Массовая доля продуктов окисления нерастворимых в петролейном эфире, %
		До жарки	После жарки	Изменение, %	До жарки	После жарки	Изменение, %	
Картофель	ПМ (20 ч)	0,06±0,018	1,5±0,02	96	2,06±0,018	42,4±0,02	95	2,70
	ЖА (12 ч)	0,36±0,019	1,7±0,018	80	3,4±0,016	32,9±0,02	90	1,92
Чак-чак	ПМ (20 ч)	0,06±0,018	1,1±0,02	92	2,06±0,018	8,8±0,018	76	1,47
	ЖА (12 ч)	0,36±0,019	1,05±0,02	74	3,4±0,016	13,2±0,02	74	1,67
Крылышки куриные	ПМ(20 ч)	0,06±0,018	0,98±0,02	94	2,06±0,018	11,5±0,02	82	1,40
	ЖА(12 ч)	0,36±0,019	0,77±0,02	64	3,4±0,016	17,1±0,02	80	1,25

Полученные в ходе эксперимента данные свидетельствуют о том, что у всех образцов фритюрных жиров значения основных показателей качества значительно возросли. Накопление продуктов окисления в ЖА идет более интенсивно, чем в ПМ. Отмечено, что во всех образцах опытных жиров на момент снятия с производства по органолептическим показателям, накопление гидроперекисей и вторичных продуктов окисления превосходит допустимые нормы. При попадании в организм гидропероксида, как и вторичные продукты окисления жиров, вызывают общую интоксикацию и снижение иммунного ответа и ряд других серьезных заболеваний, поэтому эти показатели являются показателями безопасности фритюрных жиров.

Наибольшее увеличение физико-химических показателей наблюдается у всех опытных образцов масла после жарки картофеля, тогда как органолептические показатели этого фритюра самые лучшие. Учитывая это, фритюр для жарки картофеля можно считать наиболее опасным.

Использование научных достижений в производственном процессе требует исследования всех его параметров, поэтому представляло интерес изучение не только теплопередающей среды, но и продуктов, обжаренных в ней. Исследованию подвергали продукты растительного происхождения с

разным содержанием влаги и крахмала: картофель фри и мучное кулинарное изделие «Чак-чак», обжаренные в пальмовом масле. С начала процесса жарки все обжариваемые продукты имели хороший контакт с жирами, что способствовало образованию приятной золотистой корочки, привлекательного внешнего вида и запаха. В ходе жарки происходило снижение всех органолептических показателей качества продукции. Динамика изменений была неодинакова: уже на момент 12 часов жарки основные показатели мучного изделия «Чак-чак» находились на уровне «3» баллов из «5», при этом, у картофеля фри и на этапе 20 часов значения органолептических показателей находятся в норме.

На следующем этапе исследовали поглощение жира обжариваемыми продуктами. Жир, используемый в технологической операции фритюрной жарки, становится частью еды и основным фактором ее пищевой ценности. В процессе жарки во фритюре продукция поглощает значительное количество жира, поэтому безопасность продукции, жареной во фритюре, определяется уровнем поглощения жира продуктом и глубиной окислительных изменений жира при хранении и термической обработке.

С этой целью проводили экстрагирование жиров из обжариваемых продуктов экстракционно-весовым методом.

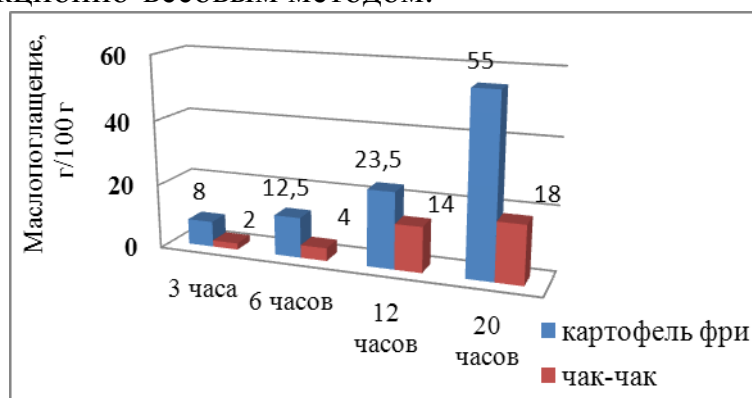


Рис.2 Динамика маслопоглощения (г/100 г) обжариваемыми продуктами в процессе жарки во фритюре

Эксперимент показал, что с увеличением продолжительности жарки наблюдается рост показателя маслопоглощения. Картофель в большей степени впитывает в себя фритюрный жир, чем «Чак-чак».

Далее нами были проведены исследования влажности обжаренных продуктов, показавшие, что количество впитавшегося в продукт жира эквивалентно количеству влаги, испарившейся из продукта в процессе жарки.

Для более глубокого изучения проводили исследование накопления первичных продуктов окисления в экстрагированных из продукта жирах после 20 часов непрерывного нагрева. Количественно значение перекисного числа в экстрагированном пальмовом масле приближено к его показателю в масле в процессе жарки. Окислительные изменения в картофеле фри и жире после его обжаривания значительно интенсивнее, чем в мучном изделии и

жире, экстрагированном из него. Объясняется это влиянием химического состава обжариваемого продукта на фритюр.

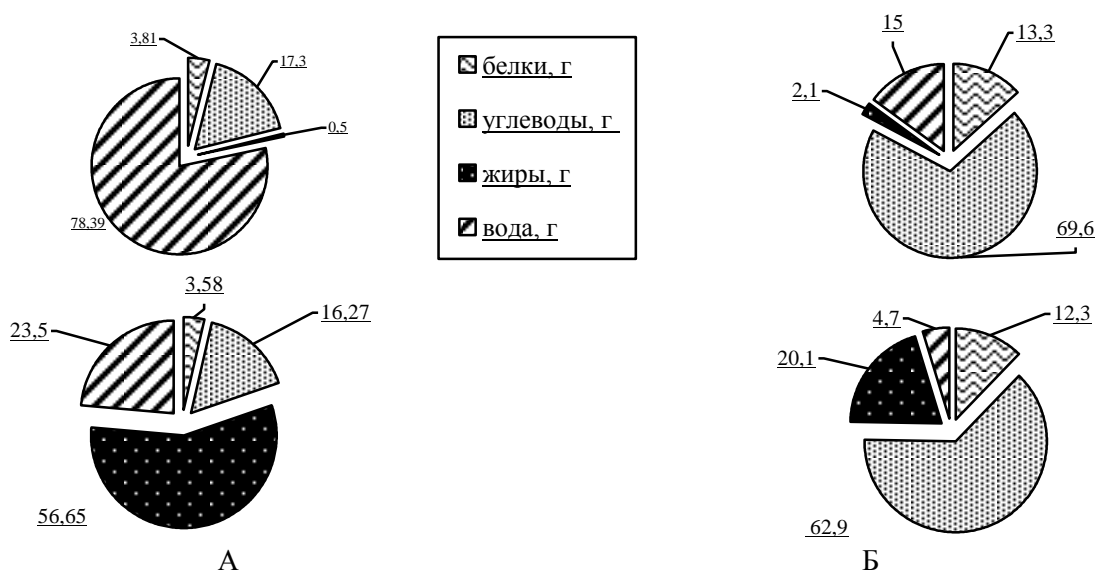


Рис.3 Химический состав картофеля А и полуфабриката мучного изделия «Чак-чак» Б до и после жарки, в %

Входящие в состав обжариваемых продуктов углеводы, представлены в основном крахмалом, однако его строение и состав неодинаковы. Различен состав и содержание крахмальных полисахаридов в картофельном и пшеничном крахмале.

Наличие влаги в обжариваемом продукте способствует увеличению скорости термической порчи жиров. Особенно важно, что при этом количество испарившейся влаги идентично количеству жира, впитавшегося в продукт в ходе жарки. Механизм впитывания жира в продукт сложен и зависит от природы и структуры клетки. Высокотемпературный нагрев приводит к потерям основных питательных веществ в ходе жарки. Масса жира в продукте увеличивается благодаря эффекту маслопоглощения, вследствие чего серьезно меняется и пищевая ценность обжариваемого продукта (рис. 3).

Полученные данные свидетельствуют о том, что глубина окисления фритюра зависит от вида и химического состава обжариваемого продукта, а в свою очередь, безопасность и пищевая ценность обжариваемого продукта, в значительной степени, зависит от качества фритюрного жира.

В соответствии с рекомендациями ТР ТС 024/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 024/2011 «На масложировую продукцию» исследовали безопасность обжариваемой продукции и их влияние на организм животных при длительном потреблении на фоне сбалансированного рациона по минорным и мажорным элементам пищи. Кормление животных проводилось в течение 40 дней, в ходе которых за животными велось визуальное наблюдение. К середине эксперимента у групп крыс, которых кормили «Чак-чак» и картофелем фри были отмечены частые перемены настроения, сменившиеся пассивностью, апатичностью и отказом от пищи к концу кормления.

Таблица 3 – Результаты гематологического и патологоанатомического исследований тканей и органов опытных животных после кормления обжариваемыми продуктами

Показатели	Крыса белая (нормограмма)	Контрольная группа	«Чак-чак»	Картофель
Гемоглобин, г/л	150,00	145,00	71,00	67,00
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,50	7,60	3,98	4,87
Лейкоциты, $10^9/л$	10,50	14,6	6,60	3,60
Эозинофилы, %	3,0	3,00	13,00	13,00
Цветный показатель	0,80	1,10	0,60	0,60
Билирубин общий, мкмоль/л	7,2	7,1	7,8	1,34
Холестерин, моль/л	4,4	4,5	7,0	7,9
Креатинин, моль/л	95,0	95,0	68,3	65,0
Состояние органов пищеварения	-	-	Гиперемия печени	Очаговая дистрофия печени

Гематологическое исследование выявило отклонения по всем показателям общего и биохимического анализа крови у всех опытных групп животных. Полученные данные указывают на снижение иммунитета, развитие аллергической реакции организма, а так же на наличие прогрессирующей анемии на фоне сбалансированного рациона. Для всех опытных групп крыс характерен очень высокий уровень холестерина. Проведенные патологоанатомические и гистологические исследования подтвердили негативные изменения, произошедшие в организме животных при длительном потреблении продуктов, обжаренных во фритюре. Продукты, обжаренные во фритюре, адсорбируя в себя токсичные вещества, оказывают негативное влияние на организм и обладают токсическим эффектом, даже на фоне сбалансированного рациона питания. Картофель в большей степени поглощает в себя токсичные вещества.

Полученные данные, в совокупности с результатами исследования химических и органолептических показателей, дают основание считать картофель фри продуктом, производство которого требует особо строгого контроля качества.

Разработка способа очистки фритюрного жира с использованием адсорбционной технологии

В данном эксперименте работали с пальмовым маслом, как наиболее термоустойчивым видом жира. Учитывая избирательный характер адсорбции, для исследования возможности применения адсорбционной очистки с целью повышения качества фритюра использовали экспериментально разработанную нами композицию адсорбентов: силикат магния природного происхождения, опоку и доломит. Данные виды адсорбентов обладают большой сорбционной активностью, небольшой маслосемкостью, индифферентны по отношению к очищаемому жиру, экологичны, дешевы, основные залежи сосредоточены на территории РФ.

В основу разрабатываемого способа был положен способ очистки жира (патент на изобретение № 2218386 опубл. 10.12.2003), включающий отстаи-

вание масла от механических примесей, охлаждение, пропускание через колонку, одетую в тепловую рубашку и заполненную наполовину активированным углем, а наполовину опокой. Недостатком способа является трудность отделения адсорбента (взвешенных мелкодисперсных частиц активированного угля) от фритюрного жира. А так же то, что температура очищаемого фритюрного жира при прохождении через колонку, наполненную адсорбентом, снижается за счет неравномерности теплоотдачи между водяной рубашкой и очищаемым жиром. Неравномерность прогревания по всему объему жира приводит к уменьшению снижения эффективности регенерации продукта. Технической задачей разрабатываемого способа является получение быстрого, простого в осуществлении, не требующего дополнительного оборудования и эффективного способа очистки отработанного масла.

Процесс очистки проводили контактным способом, который получил широкое распространение из-за простоты технического оформления, легкости осуществления и высокой эффективности, с использованием ультразвука 35 кГц для интенсификации процесса и без него.

Параметры очистки подбирались на основе анализа имеющихся в литературе сведений (патенты РФ № 2218386, №2473674) и экспериментально, осуществляя подбор адсорбентов, их концентраций и соотношений, продолжительность и температуру очистки. Подготовка адсорбентов включала в себя измельчение, промывание и термическую активацию доломита и опоки с целью расширения объема пор и удаления влаги.

Подбор оптимального соотношения адсорбентов в комплексе представлен в таблице 4. Эффективность очистки оценивали, опираясь на содержание вторичных продуктов окисления, как стабильных веществ, обладающих токсичным воздействием на организм.

Таблица 4 – Содержание вторичных продуктов окисления в пальмовом масле после очистки с использованием разных комбинаций адсорбентов

Наименование адсорбента		Количество, % от массы жира	Массовая доля вторичных продуктов окисления, %			
			Термоокисленное	После очистки	Изменение	
		Абс			%	
Комплекс	Опока	2,5	1,47±0,04	1,22±0,04	0,25	17
	Доломит	2,5				
Силикат магния		5		1,24±0,04	0,23	15,6
Комплекс	Опока	2		0,82±0,04	0,65	55,7
	Доломит	2				
	Силикат магния	1				
Комплекс и УЗ 35 кГц	Опока	2		0,86±0,04	0,61	58,5
	Доломит	2				
	Силикат магния	1				

Анализ данных таблицы показал, что наиболее эффективным является применение комплекса адсорбентов на основе силиката магния, опоки и доломита, содержание вторичных продуктов окисления уменьшается более чем на 55 %. Кроме того, в результате очистки снизились значения кислотного

числа на 40%, перекисного числа - на 45%. Применение ультразвука (УЗ) 35 кГц на этапах перемешивания целесообразно для интенсификации процесса при очистке больших объемов отработанного жира.

Технология восстановления фритюрного жира предполагает (рис.4), что отработанный жир с температурой 50 °С соединяют со смесью подготовленных адсорбентов: опоки и доломита в соотношении 1:1 и концентрации 4% от массы жира, перемешивают в течение 15 минут. При больших объемах отработанных фритюрных жиров применяется ультразвук 35 кГц. Жир фильтруют и добавляют силикат магния 1% от массы жира, перемешивают в течение 5-7 минут, центрифугируют, фильтруют. Подана заявка на изобретение на патент РФ МПК7 С11В3/00, С11В3/10. Способ очистки фритюрных жиров.- №2013 116305 от 9.04.2013 г.

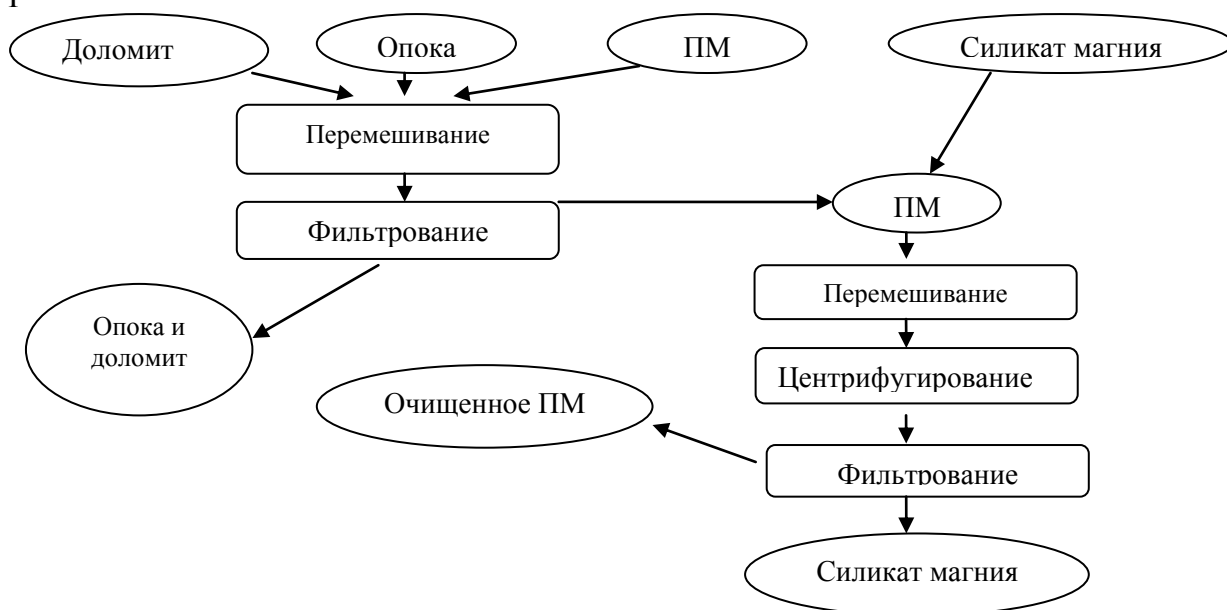


Рис. 4 Схема восстановления фритюрного жира

С целью исследования термической стабильности пальмового масла после очистки и возможности его повторного использования оба образца ПМ нагревали в электрических фритюрницах до 160-180°С. В первой ванне чакчак обжаривали в ПМ, очищенном при помощи комплекса адсорбентов, во второй – комплекса адсорбентов и УЗ 35 кГц. Анализ органолептических показателей качества обоих образцов показал, что в течение 10 часов масло можно использовать без существенных изменений органолептических показателей. Концентрация вторичных продуктов окисления увеличилась в течение 10 часов на 32% и составила 1,08% вторичных продуктов окисления. Динамика изменений в процессе жарки на очищенном масле соответствует свежеработанному жиру. На этом этапе жир снимают с производства, очищают предложенным способом и сдают в утилизацию.

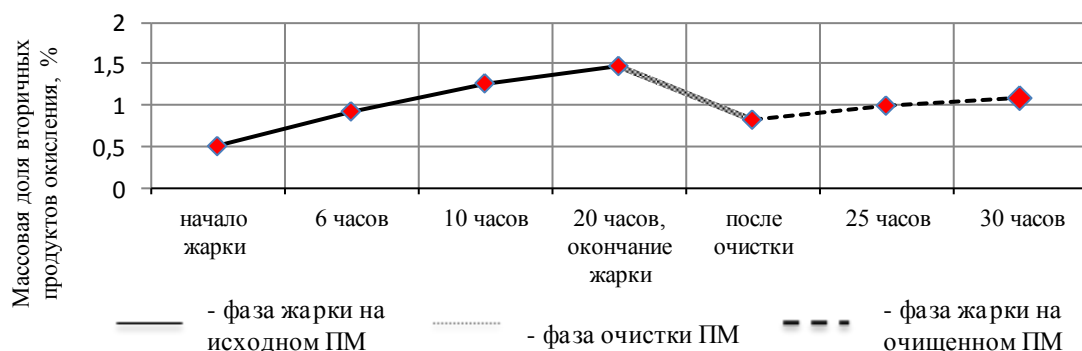


Рис.5 Изменения значения массовой доли продуктов окисления в ПМ, %

Опираясь на проведенные исследования, предложенная технология позволяет восстановить качество термоокисленного фритюрного жира с целью продления срока его службы во время фритюрной жарки на 10 часов и повторного использования в технологическом цикле после очистки, а также для подготовки отработанного фритюрного жира по показателям окислительной порчи к утилизации.

Таблица 5 - Показатели качества жиров, пригодных для переработки

Показатели качества жиров, пригодных для переработки	ПМ после очистки	Биодизель, стандарты EN 590, EN 14214, DIN 51 606	ЛКМ
Кислотное число, мг КОН	0,66	не более 2	не более 20
Перекисное число, мэкв./кг	1,13	1-2	2-3

Показатели качества отработанного жира, очищенного предложенным способом, находятся в диапазоне допустимых значений в соответствии с требованиями стандартов по использованию отработанных жиров в производстве лакокрасочных материалов. Учитывая жирнокислотный состав, применение разработанного способа очистки делает возможным использование отработанных фритюрных жиров для производства биотоплива.

Для подтверждения безопасности разработанной технологии, исследовали влияние очищенного ПМ на организм животных при длительном потреблении на фоне сбалансированного рациона питания. Проведенные исследования не выявили изменений в органах и тканях крыс.

Проведены экономические расчеты эффективности внедрения предложенной технологии, позволяющей уменьшить вред, наносимый окружающей среде, снизить уровень издержек и себестоимость продукции, увеличить прибыль предприятия, повысить качество выпускаемой продукции. Расчет экономического эффекта от внедрения предложенной технологии очистки показал, что при производстве 80 кг фритюрной продукции в сутки годовой экономический эффект составит 90 252 рублей.

Заключение: Выполнено комплексное исследование жиров с разным жирнокислотным составом, используемых для жарки на предприятиях общественного питания, дана оценка качества и безопасности обжаренных в них продуктов. Доказана необходимость разработки технологических приемов,

позволяющих добиться повышения качества фритюрной продукции с использованием адсорбционной очистки жиров.

Итоги выполненных исследований представлены в выводах:

1. Проведены маркетинговые исследования современного состояния рынка фастфуда и жиров, используемых в индустрии питания, показавшие, что наибольшим спросом пользуется пальмовое масло и фритюрные жиры на его основе, а наиболее популярные виды фритюрной продукции в РФ – картофель фри, куриные крылышки, мучное кулинарное изделие «Чак-чак».

2. Комплексная оценка качества ПМ и ЖА показала, что ПМ более предпочтительно для жарки во фритюре, так как содержит большее, по сравнению с ЖА, количество насыщенных жирных кислот, а так же минимальное количество их транс-изомеров. Определено, что окислительные изменения ПМ и ЖА, независимо от их жирнокислотного состава, при обжаривании продуктов различной природы имеют схожую динамику. Исследуемые образцы ПМ и ЖА после жарки картофеля на фоне высоких органолептических показателей (даже после 20 часов непрерывного нагрева) имеют самые худшие физико-химические показатели по сравнению с образцами жиров после жарки мучного изделия «Чак-чак» и крылышек куриных.

3. Проведенные исследования качества крахмалсодержащих продуктов, обжаренных во фритюре, показали, что наличие влаги в обжариваемом продукте увеличивает скорость и степень термической порчи жиров, при этом ее количество идентично количеству жира, впитавшегося в продукт в ходе жарки. Кроме того, различия, связанные с изменением крахмалсодержащих продуктов в процессе фритюрной жарки, обусловлены различными структурными уровнями крахмала в обжариваемых продуктах, а так же составом и строением крахмальных полисахаридов. В экспериментах на животных доказано, что изделия, жареные во фритюре, даже на фоне сбалансированного рациона по основным питательным веществам и макро- микро- элементам, приводят к патологическим изменениям в организме и обладают выраженным токсическим эффектом, степень которого зависит от качества используемого жира, структуры и природы продукта. Наибольший токсический эффект на организм оказывает картофель фри по сравнению с мучным изделием «Чак-чак».

4. Разработан способ очистки термоокисленного фритюрного жира, заключающийся в использовании адсорбции с применением разработанного комплекса природных адсорбентов, который позволяет продлить срок их использования в технологическом процессе, повысить качество и безопасность обжариваемых продуктов, а так же подготовить отработанный фритюрный жир к утилизации в других областях промышленности.

4. Разработан комплект нормативной документации. Целесообразность применения разработанной технологии подтверждена экономическими расчетами.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы:

Предложенный технологический подход к производству фритюрной продукции, позволит сделать продукцию безопасной для потребителя, а технологический процесс - безотходным, экологичным, снизить уровень издержек и себестоимость продукции, увеличить прибыль предприятия.

Список сокращений и условных обозначений

ПМ - масло пальмовое рафинированное дезодорированное (ГОСТ Р 53776-2010);

ЖА - жир «Альпийский» (ООО «Альпойл СП», по ТУ 9141-003-99131032-07).

Список работ, опубликованных по материалам диссертации:

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Носова А.С. Оценка влияния фритюрных жиров и обжариваемых в них продуктов на организм животных / Симакова И.В., Котукова Н.А// Хранение и переработка сельхоз сырья.- 2012.- №5.- С.42-44.

2. Носова А.С. Исследование жирового компонента снеков длительного хранения и жиров, используемых для их производства // Хранение и переработка сельхоз сырья.- 2012.- №11.- С.35-37

3. Носова А.С. Исследование качества жирового компонента мучных кондитерских изделий длительного хранения и жиров, используемых для их производства// Симакова И.В., Макарова А.Н.// Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова –8-2013, 59-62 с.

Статьи и материалы конференций:

1. Носова А.С. Повышение безопасности фритюрной продукции с использованием адсорбционной очистки фритюрных жиров / И.В. Симакова // Качество и безопасность продукции в рамках гармонизации государственной политики в области здорового питания населения : **коллективная монография** / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «С.-Петерб. гос. торг.-экон. ун-т» (ФГБОУ ВПО "СПбГТЭУ") ; под общей ред. Н. В. Панковой. - Санкт-Петербург: СПбГТЭУ, 2012. – 530 с. - Библиогр. : с. 55-60.

2. Носова А.С. исследование изменения органолептических показателей фритюрных жиров в зависимости от вида обжариваемых продуктов / И.В. Симакова, Р.Л. Перкель // 5 Российский форум «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии: материалы форума. - Санкт-Петербург, 2010, 59-60 с.;

3. Носова А.С. Технологические свойства фритюрных жиров в зависимости от природы обжариваемых продуктов. / Симакова И.В.// Молодые ученые – пищевой и перерабатывающей промышленности АПК: Материалы научно-практической конференции / Под ред. А.К.Алейникова – Саратов: Издательство «КУБиК», 2011. С 87-89;

4. Носова А.С. Оценка влияния обжариваемых продуктов на степень окисления фритюрных жиров /И.В.Симакова // Материалы международной научно-технической конференции «Современные достижения биотехноло-

гии», г.Ставрополь. М.:, НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности», 2011. – 331 с.

5. Носова А.С. Разработка способа и оптимизация технологических параметров процесса регенерации фритюрных жиров /И.В.Симакова // Материалы международной научно-технической конференции «Современные достижения биотехнологии», г.Ставрополь. М.:, НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности», 2011. – 303-304 с.

6. Носова А.С. Экологические аспекты безопасности утилизации фритюрных жиров / И.В.Симакова // Материалы международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания»/ под ред.И.Л.Воротникова. - Саратов:Издательство «КУБик»,2011. С 135-136.

7. Носова А.С. Возможности рециклирования и утилизации фритюрных жиров в индустрии питания / Симакова И.В. // Материалы 5 международной научно-технической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях», Пятигорск, 2012, С 392-394.

8. Носова А.С. Биологический анализ жирового компонента снеков длительного хранения и жиров, используемых для их производства / Симакова И.В., Макарова А.Н. // Материалы Международной научно-технической Интернет-конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем», Орел, 2013, 187-190 с.

9. Носова А.С. Биологические исследования безопасности фритюрных жиров и обжариваемых в них продуктов в эксперименте на животных / И.В.Симакова, Л.З.Шильман // Материалы международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания»/ под ред.И.Л.Воротникова. - Саратов:Издательство «КУБик»,2012. С 201-203.

10. Носова А.С. Анализ современного состояния рынка фаст-фуда в России и за рубежом/ И.В.Симакова, М.Б.Исетов // Материалы международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» / под ред. И.Л. Воротникова. - Саратов:Издательство «КУБик»,2012. С 174-175.

11. Носова А.С. Исследование качества пальмового масла и жиров на его основе в технологии производства фритюрной продукции / И.В.Симакова // Вузовская наука Северо-кавказскому федеральному округу. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные направления в пищевых технологиях», Том 3 - Технические науки. Пятигорск: РИА-КМВ.-2013.-с.226-229

12. Носова А.С. Исследование качества жиров в технологии производства фритюрной продукции / Симакова И.В.// Сборник статей 7 Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в 21 веке: проблемы и перспективы» / под ред. И.Л. Воротникова. - Саратов: Издательский центр «Наука».-2013.-с. 284-287.

13. Носова А.С. Оценка показателей безопасности фритюрных жиров и обжариваемых в них продуктов в ходе эксперимента на животных / Сима-

кова И.В. // тезисы международной научно-практической конференции научных работников, преподавателей, руководителей и специалистов, деятельность которых связана со сферой предприятий пищевой промышленности, торговли, ресторанных и гостиничных хозяйств «Прогрессивная техника и технологии пищевых производств, гостиничного, ресторанного хозяйств и торговли. Экономическая стратегия и перспективы развития сферы торговли и услуг», посвященная 45-летию Харьковского государственного университета питания и торговли / под ред. О.И.Черевко.-Харьков: ХДУХТ,2012.-Ч.1.-с.229-230.