

**ОТЗЫВ**  
**официального оппонента на диссертационную работу**  
**Макаренко Марии Андреевны**  
**«Изучение содержания вторичных продуктов окисления**  
**и технологических контаминантов некоторых пищевых масел, жиров**  
**и масложировых продуктов», представленную на соискание ученой**  
**степени кандидата биологических наук**  
**по специальности 3.2.1. - Гигиена**

**Актуальность темы.** Питание – один из важнейших факторов, определяющих здоровье человека. Положение «здоровье есть функция питания» является базовым для современного человеческого общества. К настоящему времени проблеме безопасности здоровья населения, связанной с поступлением с пищевыми продуктами токсичных и опасных веществ, в нашей стране уделяется огромное внимание. Актуальность проблемы безопасности продуктов питания с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда. Под безопасностью продуктов питания следует понимать отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении как с точки зрения острого негативного воздействия (пищевые отравления и пищевые инфекции), так и с точки зрения опасности отдаленных последствий (канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие). Иными словами, безопасными можно считать продукты питания, не оказывающие вредного, неблагоприятного воздействия на здоровье настоящего и будущих поколений.

Масложировая продукция является важным компонентом питания. Особенно возрастает ее значение в условиях, когда качество питания становится одним из главных показателей уровня жизни населения. Медицина установила связь между ростом потребления жиров растительного происхождения и снижением количества таких болезней, как сердечно-сосудистые заболевания, ожирение, рак, диабет. Другими словами, в ближайшей перспективе перед агропромышленным комплексом страны стоит большая задача по значительному увеличению производства масложировой продукции, расширению ее ассортимента и улучшению качества.

Сфера производства и переработки масличного сырья, в том числе подсолнечника, - важная составная часть российского агропромышленного комплекса. Его конечная продукция - растительное масло, маргарины, майонезы - является высокоценным продуктом питания, пользующимся повышенным спросом населения страны. Растительные масла и маргариновая продукция используются в качестве сырья на предприятиях хлебопекарной, кондитерской, пищевого концентратного, овощеконсервной отраслей.

Диссертационная работа Макаренко М.А. посвящена актуальной проблеме гигиенической науки и практики - оценке качества и безопасности реализуемой на российском рынке масложировой продукции, включая разработку новых подходов, позволяющих проводить оценку начальных этапов окислительного процесса пищевых растительных масел и жиров, в том числе определение индивидуальных вторичных продуктов окисления липидов, а также контроль содержания технологических контаминантов масложировой продукции различной степени обработки.

Отметим, что проблема решения комплексной гигиенической оценки безопасности масложировой продукции до настоящего времени остается сложной, поскольку для реализации на российском рынке масложировая продукция должна соответствовать требованиям качества и безопасности, установленным в Технических регламентах Таможенного союза. В то же время обеспечение требований регламентов в случаях использования масел после длительного хранения или транспортировки может реализовываться производителями путём применения повторных циклов рафинации и/или дезодорации, основная цель которых заключается в снижении показателей окислительной порчи - кислотного и перекисного числа. В некоторых случаях, в частности при производстве масложировых смесей, количество таких очисток может достигать до трех и более раз, что нередко приводит к значительному снижению устойчивости масел к окислению из-за частичного или полного удаления естественных антиоксидантов. В условиях глубокой переработки ненасыщенные жирные кислоты растительных жиров, особенно содержащие двойные связи способны трансформироваться с образованием других соединений, некоторые из них относятся к токсичным и могут представлять опасность для здоровья человека. К таким веществам относятся сложные эфиры 3-монохлорпропан-1,2-диола с жирными кислотами (3-МХПДЭ), 2-монохлорпропан-1,3-диола с жирными кислотами (2-МХПДЭ) и сложные глицидиловые эфиры с жирными кислотами (ГЭ).

Работа Макаренко М.А. посвящена оценке влияния степени переработки пищевого растительного масла на его устойчивость к окислению, образование вторичных продуктов окисления и технологических контаминантов - сложных эфиров монохлорпропандиолов и глицидиола с жирными кислотами. Для решения этой проблемы автором разработан метод определения 3-монохлорпропандиола, 2-монохлорпропандиола и глицидиола в пищевых растительных маслах и животных жирах на основе использования метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

Полагаем, что нет необходимости говорить о роли, месте и значении аналитических исследований в гигиене. Отметим лишь, что они нередко являются информационной

основой для решения многих научных и практических задач в области гигиены, и часто именно метод является самой слабой стороной научного исследования. Отметим также и то, что современный этап гигиенических исследований, направленный на контроль содержания вредных веществ и их регламентацию как в объектах окружающей среды, так и в продуктах питания, требует использования высокоэффективных физико-химических методов анализа токсичных веществ в составе сложной матрицы, которую представляют собой продукты питания, на фоне присутствия широкого спектра других загрязняющих соединений. Аналитические методы необходимы для получения адекватной информации о качестве среды и продуктов питания и для принятия решений к их оздоровлению. Подчеркнем также, что успехи в области гигиенической науки и практики, и в частности в гигиене питания, были бы невозможны без разработки и внедрения в практику аналитических методов контроля. В то же время, что касается настоящей работы, то мне как специалисту в области физико-химических методов исследования объектов окружающей среды и главному эксперту по методам контроля Комиссии по санитарно-гигиеническому нормированию Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, особенно импонирует то, что методическая часть работы выполнена с позиций аналитической химии профессионально и на высоком научно-методическом уровне. При этом использованы самые современные методы физико-химического анализа – газовая хроматография/тандемная масс-спектрометрия ГХ-МС/МС. Измерения выполнены на газовом хроматографе Agilent Technologies 7890A с пламенно-ионизационным детектором (США), газовом хроматографе 7890A с тройным квадрупольным масс-селективным детектором 7000С (Agilent Technologies, США). ИК-спектры снимали при помощи ИК-Фурье спектрометра TENSOR (Bruker Corporation, Германия), оснащённого приставкой для анализа методом нарушенного полного внутреннего отражения (спектроскопия внутреннего отражения). Поэтому результаты, полученные на основе применения такого широкого комплекса современных методов физико-химического анализа, приобретают большую научную и практическую значимость.

Учитывая вышеизложенное, актуальность диссертационной работы не вызывает сомнений, так как, наряду с решением важной гигиенической проблемы – оценки влияния степени переработки пищевого растительного масла на его устойчивость к окислению с образованием вторичных продуктов окисления и технологических контаминантов – сложных эфиров монохлорпропандиолов и глицидола с жирными кислотами, решена и актуальная аналитическая проблема в гигиене – с использованием газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием разработан высокочувствительный метод

определения содержания 2- и 3-моноклорпропандиолов и глицидола в пищевых растительных маслах и животных жирах.

Основываясь на детальном изучении литературных данных, автор достаточно четко определил цель и задачи исследования, включающие в себя: определение способа и оптимальных условий анализа летучих веществ подсолнечного масла разной степени очистки; оценку устойчивости подсолнечных масел к окислению в зависимости от степени очистки с идентификацией летучих веществ и вторичных продуктов окисления подсолнечных масел разной степени очистки, их оценку по степени опасности для здоровья человека; разработку метода контроля сложных эфиров моноклорпропандиолов и глицидола с жирными кислотами в пищевых маслах и жирах; оценку степени очистки подсолнечных масел на образование сложных эфиров моноклорпропандиолов и глицидола с жирными кислотами; оценку содержания сложных эфиров моноклорпропандиолов и глицидола с жирными кислотами в различных пищевых маслах, жирах и масложировых продуктах, представленных на Российском рынке.

В соответствии с требованиями ВАК к диссертационным работам уделит внимание разделу «научная новизна» и выделим результаты, имеющие по нашему мнению особо важное научное и практическое значение.

**Научная новизна** работы высока и заключается в том, что дана комплексная оценка изменения химического состава пищевых подсолнечных масел в зависимости от степени переработки в условиях традиционных технологий производства масложировых продуктов. Так, проведены исследования жирнокислотного состава масел, содержания первичных и вторичных продуктов окисления, профиля летучих веществ, включая летучие вторичные продукты окисления, определены уровни технологических загрязнителей - эфиров моноклорпропандиолов и глицидиловых эфиров. Автором получена информация о негативном влиянии повторных дезодораций, приводящих к росту вредных для здоровья человека веществ - транс-изомеров жирных кислот, ненасыщенных альдегидов и эфиров моноклорпропандиолов, а также образованию потенциально канцерогенных летучих веществ, например 1,2-эпоксибутана. Автором установлена связь условий хранения масложировой продукции разной степени очистки, в частности температуры, влажности, освещения и аэрации, близких к нормальным, длительности хранения, с уровнями содержания в ней летучих вторичных продуктов окислительной порчи и технологических загрязняющих веществ. Разработанным автором методом впервые проведены исследования технологических контаминантов (эфиров моноклорпропандиолов и глицидиловых эфиров), содержащихся в пищевых растительных маслах, жирах и масложировых продуктах, представленных на отечественном рынке. И важным является установленный автором

факт, что в составных масложировых продуктах содержание рафинированных дезодорированных масел коррелирует с повышенными уровнями эфиров монохлорпропандиолов и глицидиловых эфиров.

**Практическая значимость** для гигиены несомненна и заключается в том, что автором разработаны и внедрены в практику на основе использования газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием методические указания по методам контроля «Определение содержания 3-монохлорпропандиола, 2-монохлорпропандиола и глицидола в пищевых растительных маслах и животных жирах». Диапазоны определяемых концентраций методики дают возможность ее применения для контроля в соответствии с едиными санитарными требованиями для масел растительных в части контроля содержания глицидиловых эфиров жирных кислот в пересчете на глицидол. Нельзя не отметить положительный факт, что разработанная методика в будущем может быть использована для обеспечения нормативов по содержанию эфиров 3-монохлорпропандиола в масложировой продукции при их введении в нашей стране. Хотелось бы подчеркнуть, что разработанный метод утвержден на федеральном уровне Главным государственным санитарным врачом и рекомендован к практическому применению. Кроме того, разработанные методические указания в виде основы включены в ряд методических рекомендаций, утвержденных на федеральном уровне, и выполнены в рамках грантов.

Производит благоприятное впечатление большой объем проделанной работы. Работа изложена на 236 страницах машинописного текста, содержит 45 таблиц, 65 рисунков. Состоит из введения, аналитического обзора литературы, главы, описывающей материалы и методы исследований, двух глав собственных исследований, выводов, списка литературы, четырех приложений. Список литературы включает 347 источников, в том числе 20 на русском языке и 327 на английском. По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, в том числе 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК, получено 1 свидетельство о регистрации методики анализа.

В целом, автор решил поставленные задачи. Так, определен способ и оптимальные условия анализа летучих веществ подсолнечного масла разной степени очистки; дана оценка устойчивости подсолнечных масел к окислению в зависимости от степени очистки; идентифицированы индивидуальные летучие вещества и вторичные продукты окисления подсолнечных масел разной степени очистки; дана оценка индивидуальным летучим соединениям по степени опасности для здоровья человека; разработан и метрологически аттестован метод определения сложных эфиров монохлорпропандиолов и глицидола с жирными кислотами в пищевых маслах и жирах; дана оценка влиянию степени очистки подсолнечных масел на образование сложных эфиров монохлорпропандиолов и глицидола

с жирными кислотами; определено содержание сложных эфиров монохлорпропандиолов и глицидола с жирными кислотами в различных пищевых маслах, жирах и масложировых продуктах, представленных на Российском рынке.

Оригинальность цели и задач работы, применение современных методов исследований, а также большой объем обуславливают достоверность и новизну научных положений, выводов и рекомендаций. Выводы по диссертационной работе аргументированы, логичны и вполне обоснованы проведенными комплексными исследованиями.

В целом, высоко оценивая представленную диссертационную работу, хотелось бы предложить некоторые вопросы и замечания.

1. Понимая, что к настоящему времени из-за отсутствия гигиенических нормативов дать гигиеническую оценку опасности присутствия глицидиловых эфиров и широкого спектра летучих углеводов, идентифицированных в готовой масложировой продукции, не представляется возможным, ее можно рассматривать как перспективную задачу. Вместе с тем, учитывая токсичность и физико-химические свойства глицидиловых эфиров и идентифицированных летучих веществ, каковы перспективы применения результатов Вашего исследования в отношении практических рекомендаций по проведению мер, снижающих опасность риска загрязнения этими токсикантами масложировой продукции?

2. В автореферате в пункте 3 выводов автор, определяя, что наибольший риск образования эфиров глицидола связан с первой дезодорацией растительного масла, указывает на необходимость соблюдения условий, снижающих риск образования этого канцерогенного вещества, к сожалению, не называя этих условий. Целесообразно конкретизировать данный вывод с указанием этих условий.

3. Осталось неясным, каким образом в таблице 7 автореферата при метрологической оценке методики определения 3-МХПД, 2-МХПД и глицидола средняя полнота извлечения вещества оказалась выше 100%, а также выше 100% процент прироста продуктов перекисного окисления (стр. 92 диссертации).

4. В методическом разделе диссертации, к сожалению, недостаточно подробно рассмотрен вопрос о роли мешающих влияний, являющейся одной из самых значимых аналитических проблем при разработке методов контроля веществ. Так, на хроматограмме профиля летучих веществ подсолнечных масел прессового и 1Р4Д, произведенных в 2019 г., идентифицирован широкий спектр веществ. Как учитывается мешающее влияние этих веществ, каковы уровни их содержания, надежность идентификации и гигиеническая значимость опасности их присутствия в подсолнечном масле для человека?

5. В структурные формулы 3-монохлорпропан-1,2-диола (3-МХПД) и 2-монохлорпропан-1,3-диола (2-МХПД) входят атомы хлора. Что может являться источником

образования в маслах в результате окислительных процессов хлорсодержащих продуктов трансформации?

В то же время, следует подчеркнуть, что предложенные замечания и вопросы носят характер предложений и пожеланий, не влияют на высокую положительную оценку диссертационной работы и не снижают ее научной и практической ценности.

### Заключение

Диссертационная работа Макаренко Марии Андреевны «Изучение содержания вторичных продуктов окисления и технологических контаминантов некоторых пищевых масел, жиров и масложировых продуктов», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 3.2.1 – Гигиена, представляет собой законченный научный труд, который по своей актуальности, научной новизне и практической значимости полностью соответствует всем требованиям пп. 9-11 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в редакции постановлений Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 №335, от 02.08.2016 № 748, от 29.05.2017 № 1024, от 01.10.2018 №1168, от 20.03.2021 №426, от 11.09.2021 №1539), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Макаренко Мария Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 3.2.1 - Гигиена.

### Официальный оппонент:

Ведущий научный сотрудник отдела гигиены  
Федерального государственного бюджетного учреждения  
«Центр стратегического планирования и управления  
медико-биологическими рисками здоровью»  
Федерального медико-биологического агентства  
д.б.н., профессор

*А. Г. Малышева*

А. Г. Малышева

119992, Москва, Погодинская ул., д. 10, стр. 1  
ФГБУ «ЦСП» ФМБА России  
Тел.: 8(916) 558-71-74  
E-mail.: [AMalysheva@cspmz.ru](mailto:AMalysheva@cspmz.ru)

Согласна на обработку персональных данных



*Малышева*

А. Г. Малышева

*Легеняев ружис А. С. Малышевой завершено,  
Ученой степенью А. С. Малышевой  
29.02.2023.*