УДК 612.394+613.22
DOI 10.29141/2500-1922-2021-6-3-11

Доклинические исследования безопасности жирового компонента детских адаптированных сухих молочных смесей

**Е.Ю. Вольф^{1*}, И.В. Симакова¹, И.Ю. Домницкий¹, А.А. Терентьев¹, Р.Л. Перкель²,
А.С. Федонников³, Н.В. Болотова³, Г.В. Гузеева⁴, В.В. Закревский⁵**

¹Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация,

*e-mail: volftpp@gmail.com

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

³Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, г. Саратов, Российская Федерация

⁴ГУЗ «Саратовская областная детская клиническая больница» Министерства здравоохранения Саратовской области, г. Саратов, Российская Федерация

⁵Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Ключевые слова:

детские
адаптированные
сухие молочные
смеси;
безопасность;
жировой компонент;
физиологический
эффект;
гистологическая
картина

Реферат

Ребенок первого года жизни испытывает особую потребность в полноценном пищевом рационе в связи с интенсивным ростом и психомоторным развитием, формированием всех органов и систем. В соответствии с этим адаптация состава детских сухих молочных смесей (далее – смесей) к составу женского молока проводится по всем основным нутриентам. Жировой компонент – один из ключевых компонентов, составляющих рацион младенца, отличающийся биологической эффективностью и безопасностью, – изменяется в процессе технологической обработки, хранения, транспортировки и последующего хранения после вскрытия упаковки. Известны данные о патологических изменениях в организме при потреблении окисленных жиров. Целью работы являлось исследование ряда показателей безопасности и качества жирового компонента адаптированных детских сухих молочных смесей разных производителей: «IS» (Дания); «IM», «IN», «IL» (РФ); «IX» (Германия). Установлено, что качественный состав жирового компонента сухих молочных смесей соответствует заявленному на упаковке, однако ни один из образцов по усредненному составу преобладающих жирных кислот в полной мере не соответствует женскому молоку. Нормативной документацией Таможенного союза ЕАЭС (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 024/2011, ТР ТС 033/2013) из показателей качества смесей регламентирована только органолептическая оценка, а из показателей безопасности жирового компонента – только определение перекисного числа, характеризующего накопление первичных продуктов окисления жира, причем этот показатель в исследуемых смесях не превышал регламентированных значений. В то же время практически все образцы детского молочного питания, изготовленные из сухих молочных смесей, имели неудовлетворительные органолептические показатели. Пороки вкуса и запаха были обусловлены накоплением в исходных смесях значительного количества вторичных продуктов окисления жира, в частности альдегидов. Выводы подтверждаются результатами определения анизидинового числа в исходных смесях, а также накоплением в их составе 0,3–1,0 % высокополярных соединений, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), и 24–36 ммоль/кг эпоксидов, которые в биологическом эксперименте на животных приводят к снижению содержания лейкоцитов и изменению формулы крови. Всё вышеизложенное свидетельствует о необходимости критической оценки технологии производства, упаковки и хранения адаптированных детских сухих молочных смесей, о целесообразности внесения изменений в нормативную документацию Российской Федерации, а в перспективе – в нормативную документацию Таможенного союза ЕАЭС с целью дополнительного контроля безопасности жирового компонента адаптированных детских сухих молочных смесей и корректировки их срока годности при хранении.

Для цитирования: Вольф Е.Ю., Симакова И.В., Домницкий И.Ю., Терентьев А.А., Перкель Р.Л., Федонников А.С., Болотова Н.В., Гузеева Г.В., Закревский В.В. Доклинические исследования безопасности жирового компонента детских адаптированных сухих молочных смесей // Индустрия питания | Food Industry. 2021. Т. 6, № 3. С. 93–108. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-11

Дата поступления статьи: 24 мая 2021 г.

Pre-Clinical Research of the Fat Component Safety of Children Adapted Dry Milk Mixtures

**Ekaterina Yu. Volf^{1*}, Inna V. Simakova¹, Ivan Yu. Domnitsky¹,
Andrey A. Terentyev¹, Roman L. Perkel³, Alexander S. Fedonnikov³,
Nina V. Bolotova³, Gloria V. Guzeva⁴, Viktor V. Zakrevsky⁵**

¹ Saratov State Agrarian University n.a. Nikolay I. Vavilova, Saratov, Russian Federation, *e-mail: volftpp@gmail.com

² Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

³ Saratov State Medical University n.a. Vasiliy I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation

⁴ Saratov Regional Children's Clinical Hospital, Saratov, Russian Federation

⁵ North-Western State Medical University n.a. Iliya I. Mechnikov, St. Petersburg, Russian Federation

Keywords:

children adapted
dry milk mixtures;
safety;
fat component;
physiological effect;
histological picture

Abstract

A child of the first year of life has a special need for a full-fledged diet due to intensive growth and psychomotor development, the formation of all organs and systems. In accordance with this, a man adapts the composition of children dry milk mixtures (hereinafter referred to as mixtures) to the composition of women milk for all the main nutrients. The fat component is one of the key components that make up the baby's diet characterized by biological efficiency and safety-changes during processing, storage, transportation and subsequent storage after opening the package. There are data on pathological changes in the body when consuming oxidized fats. The work aim was to study a number of indicators of the safety and quality of the fat component of adapted baby dry milk mixtures from different manufacturers: "IS" (Denmark), "IM", "IN", "IL" (Russia), "IX" (Germany). The researchers found that the qualitative composition of the fat component of dry milk mixtures corresponded to the one stated on the package, but none of the samples corresponded fully to female milk for the average composition of the predominant fatty acids. Regulatory documentation of the EAEU Customs Union (TR CU 021/2011, TR CU 024/2011, TR CU 033/2013) regulates only the organoleptic assessment from the quality indicators of mixtures, and the determination of the peroxide number characterizing the accumulation of primary fat oxidation products from the safety indicators of the fat component, only. This indicator in the studied mixtures did not exceed the regulated values. At the same time, almost all samples of baby milk nutrition made from dry milk mixtures had unsatisfactory organoleptic indicators. The accumulation in the initial mixtures of a significant amount of secondary fat oxidation products, in particular aldehydes, caused taste and smell defects. The results of determining the anisidine number in the initial mixtures, as well as by the accumulation in their composition of 0.3–1.0 % of high-polar compounds insoluble in petroleum ether and 24–36 mmol/kg of epoxides, which in a biological experiment on animals led to a decrease in the content of leukocytes and a change in the blood formula confirmed the conclusions. All of the above indicates the need for a critical assessment of the production, packaging and storage technology of adapted baby dry milk mixtures, the expediency of making changes to the regulatory documentation of the Russian Federation, and in the future – to the regulatory documentation of the EAEU Customs Union in order to further control the fat component safety of adapted baby dry milk mixtures and adjust their shelf life during storage.

For citation: Ekaterina Yu. Volf, Inna V. Simakova, Ivan Yu. Domnitsky, Andrey A. Terentyev, Roman L. Perkel, Alexander S. Fedonnikov, Nina V. Bolotova, Gloria V. Guzeva, Viktor V. Zakrevsky. Pre-Clinical Research of the Fat Component Safety of Children Adapted Dry Milk Mixtures. *Индустрия питания/ Food Industry*. 2021. Vol. 6, No. 3. Pp. 93–108. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-11

Paper submitted: May 24, 2021

Введение

Оптимальным продуктом питания для ребенка первых месяцев жизни является материнское молоко, соответствующее особенностям его пи-

щеварительной системы и обмена веществ, обеспечивающее адекватное развитие детского организма при рациональном питании кормящей

женщины. [1; 2]. Однако значительная часть женщин в силу различных причин не имеет возможности обеспечить ребенку естественное вскармливание. В этом случае важна организация оптимального искусственного вскармливания, которое хотя и не может заменить материнское молоко, но при должном подходе способно обеспечить правильный рост и развитие ребенка [3].

Одним из ожидаемых результатов реализации мировых стратегий в области здорового питания является снижение числа алиментарно-зависимых заболеваний среди детей, обеспечение их с первых дней жизни полноценным питанием. Из-за незрелости защитных механизмов, физиологических и метаболических особенностей организма детей раннего возраста к безопасности и качеству продуктов их питания предъявляются повышенные гигиенические требования [3–9].

В научной литературе широко представлены результаты исследований детских смесей, раскрывающие их соответствие требованиям нормативной документации в части количественного состава компонентов [10], требованиям к содержанию пестицидов [11] и токсикологической безопасности [12]. Вместе с тем существует ограниченное количество исследований, посвященных изменению качественных характеристик липидной фракции детских смесей при хранении [13; 14]. Термическая обработка нативного сырья на этапе распылительной сушки, достаточно длительный срок хранения могут спровоцировать окисление жирового компонента; это – потенциальный источник опасности для детского организма, обусловленный образованием в процессе окисления таких нежелательных продуктов окисления, как эфиры глицидола [15–18], эпоксиды, вторичные продукты окисления, нерастворимые в петролейном эфире, которые обладают тератогенным, мутагенным и канцерогенным действием [19; 20; 21]. Таким образом, требования к безопасности жирового компонента адаптированных молочных смесей, по нашему мнению, недостаточно регламентированы нормативной документацией как Российской Федерации, так и Таможенного союза ЕАЭС.

Цель работы – пилотное исследование некоторых показателей безопасности и качества жирового компонента и доклиническая оценка нутритивной эффективности адаптированных детских сухих молочных смесей разных производителей с участием биомоделей, в качестве которых использовались крысы линии Вистар.

Объекты и методы исследования

Исследование было проведено в два этапа. На **первом этапе** из широкого ассортимента имеющих на рынке детских смесей в качестве объ-

ектов исследования были выбраны популярные в России адаптированные детские сухие молочные смеси «IS» (Дания), «IM», «IN», «IL» (Российская Федерация), «IX» (Германия). Срок годности детских смесей согласно нормативной документации изготовителя составляет 18 мес. Вскрытие герметичных упаковок, приобретенных через торговые сети, производилось в начальный период срока годности – до истечения 6 мес. Исследование физико-химических показателей проводилось сразу после вскрытия упаковки. Жир для анализа выделяли из сухих молочных смесей экстракционно-весовым методом [22]. В экстрагированном жире определяли жирно-кислотный состав методом газо-жидкостной хроматографии метиловых эфиров жирных кислот¹. Метиловые эфиры жирных кислот готовили по ГОСТ Р 51483-99² и оценивали соответствие усредненного жирно-кислотного состава исследуемых смесей составу женского молока.

Нормативной документацией Таможенного союза ЕАЭС (ТР ТС 0211/2011, ТР ТС 033/2013) из показателей качества адаптированных детских сухих молочных смесей регламентированы только органолептические показатели, а из показателей безопасности жирового компонента – только определение перекисного числа, характеризующее накопление первичных продуктов окисления жира. Перекисное число жирового компонента смесей определяли йодометрическим методом³. Детское молочное питание для органолептического анализа готовили по рекомендациям, указанным на упаковке, с гидромодулем 1 : 3. Органолептический анализ проводили по ГОСТ Р 51487-99⁴. Все эксперименты осуществляли в трехкратной повторности⁵.

Работа выполнена на базе научно-исследовательских лабораторий ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», г. Саратов.

На **втором этапе** были проведены эксперименты *in vivo*. Биомодели *in vivo* позволяют получить многофакторные данные о влиянии на различные системы органов и организм в целом.

¹ГОСТ ISO 1736-2014. Молоко сухое и сухие молочные продукты. Определение содержания жира. Гравиметрический метод (контрольный метод).

²ГОСТ Р 51483-99. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме.

³ГОСТ Р 51486-99. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот.

⁴ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа.

⁵ГОСТ ISO 6658-2016. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство.

Преимуществами методов *in vivo* являются их адекватность и надежность, высокая степень корреляции с человеком, возможность комплексной оценки свойств. В связи с этим образцы смесей исследовали с участием биомоделей, в качестве которых использовали крыс линии Вистар. В эксперименте участвовали шесть групп крыс линии Вистар возраста 65 дн., исходной массой 130–210 г стандарта качества Minimal Diseases – контрольная и опытные группы: в 1-й опытной группе привычный рацион заменяли смесью 1; во 2-й опытной группе – смесью 2; в 3-й опытной группе – смесью 3; в 4-й опытной группе – смесью 4; в 5-й опытной группе – смесью 5.

Исследования на животных проводили в соответствии с «Правилами проведения работ на экспериментальных животных», с Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях, и выполняли на базе сертифицированного vivария учебно-научно-технологического центра «Ветеринарный госпиталь» и лабораторий кафедры морфологии, патологии животных и биологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова».

Все экспериментальные исследования выполнены на группах клинически здоровых крыс, сформированных по принципу аналогов, с учетом породы, пола, возраста, живой массы и клинического состояния. Кормление животных проводили в течение 40 дн. Во время всего эксперимента крыс содержали в индивидуальных клетках (по 10 особей в каждой). До введения в рацион исследуемых смесей животных в течение 21 дня выдерживали на карантине, а затем переводили на опытный рацион в соответствии с планом проведения экспериментов. После эксперимента крысы умерщвлялись путем оптимального и универсального метода – передозировки наркоза, т. е. введения анестетика в летальной дозе (дозировка для наркоза X 3) с соблюдением правил эвтаназии (приказ МЗ СССР № 755 от 12 августа 1977 г.), далее проводилась аутопсия. У биомоделей отбирали образцы тканей печени, почек, селезенки, тонкой и толстой кишок, после фиксации которых проводили морфологические и статистические исследования. С парафиновых блоков на санном микротоме модели 2712 (Reichert Wien) получали гистологические срезы толщиной 8 мкм, обрабатывали их по общепринятым методикам [23–26] и окрашивали гематоксилином Эрлиха и эозином с последующим микроскопированием [27].

Морфологическую структуру изучали на различных гистологических срезах. Гистологическое исследование изготовленных препаратов

проводили под разным увеличением, с подробным протоколированием и фотографированием изучаемых участков. Микрофотосъемку гистологических препаратов осуществляли с использованием фотокамеры CANON Power Shot A460 IS. Статистическая обработка результатов проводилась стандартными методами.

Результаты исследования и их обсуждение

Предварительные исследования подготовленных к употреблению образцов смесей показали следующее: практически все образцы обладали неудовлетворительным вкусом и запахом, что характерно для окисленных жировых компонентов смесей. Поэтому для более полной оценки степени гидролиза и окисления жирового компонента смесей определяли кислотное число выделенного жира титриметрическим методом¹, анизидиновое число², содержание вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ) – по [28], содержание эпоксидов – по реакции с концентрированной фосфорной кислотой³. Все исследования проводили непосредственно сразу после вскрытия банок со смесями.

Определение кислотного числа важно для определения степени гидролиза жира. Этот показатель имеет особое значение при анализе смесей, содержащих кокосовое и пальмовое масла, поскольку при наличии в составе смеси в заметных количествах свободной лауриновой кислоты возникает мыльный привкус. Кроме того, при интенсивном гидролизе жиров накапливаются ди- и моноглицериды, которые согласно современным данным могут являться предшественниками опасного токсиканта 3-хлорпропандиола (3-MCPD), детектированного в детских молочных смесях в концентрациях до 1,0 мг/кг жира, выделенного из продукта [29].

Анизидиновое число коррелирует определенным образом с накоплением свободных альдегидов (гексеналя, ноненаля, 2,4-декадиеналя), придающих продукту посторонние запахи рыбы, бобов и др.

Накопление в жировом компоненте смесей термостабильных вторичных продуктов окис-

¹ГОСТ Р 52110-2003. Масла растительные. Методы определения кислотного числа.

²ГОСТ 31756-2012 (ISO 6885:2006). Масла растительные и жиры животные. Определение анизидинового числа.

³ А. с. СССР № 1040914, МПК7 G 01 N 33/02, G 01N 31/02. Способ количественного определения эпокси групп в жирах / В.С. Стопский, Н.Л. Меламуд, Г.Е. Куличенко, Ф.Б. Эстрина. Заявитель: Научно-производственное объединение «Масложирпром».

ления характерно для окисления жиров при их термической обработке. Образование высокополярных соединений, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), и эпоксидов обнаружено нами в ходе исследования изделий из теста, жаренных во фритюре, а также при хранении кондитерских изделий с высоким содержанием жира – печенья «Курабье», печенья песочного, изделия «Чак-чак», кекса «Сливочный» и др. В биологическом эксперименте на животных в предшествующих работах было показано, что жиры, содержащие более 1 % СНПЭ, при систематическом потреблении оказывают отрицательное воздействие на органы желудочно-кишечного тракта, резко снижают уровень эритроцитов и лейкоцитов в крови, вызывают накопление холестерина и билирубина [29]. Возможность образования подобных соединений в продуктах детского питания вызывает серьезное беспокойство.

Пищевые жиры – необходимая составляющая рациона младенца. Воспроизведение жирно-кислотного состава грудного молока при создании детских смесей представляет собой сложную научную, технологическую и медицинскую проблему.

Согласно требованиям ст. 4 ТР ТС 021 / 2011 адаптированная детская сухая молочная смесь должна быть максимально приближена по химическому составу к женскому молоку в целях удовлетворения физиологических потребностей детей первого года жизни в необходимых веществах и энергии. Жирно-кислотный состав грудного молока характеризуется относительно высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), концентрация которых в зрелом женском молоке в 12–15 раз выше, чем в коровьем молоке (0,4–0,5 г/100 мл против

0,009 г/100 мл). В организме младенца ненасыщенные жирные кислоты либо синтезируются ограниченно (мононенасыщенные), либо не синтезируются вообще (ПНЖК), при этом данные соединения выполняют важнейшие пластические и метаболические функции.

Наибольшее значение для детей раннего возраста имеют представители семейств ω -3 и ω -6 ПНЖК, из которых выделяются α -линоленовая и линолевая кислоты. В грудном молоке соотношение ПНЖК ω -6 и ω -3 является оптимальным и составляет от 10 : 1 до 7 : 1. Под влиянием фермента дельта-6-десатуразы данные соединения превращаются в длинноцепочные полиненасыщенные жирные кислоты, играющие ведущую роль в процессах развития центральной нервной системы младенцев, зрительного анализатора, системы иммунитета, регуляции метаболических процессов и воспалительных реакций [30]. Сравнительная характеристика усредненного состава преобладающих жирных кислот, адаптированных детских сухих молочных смесей и женского молока приведена на рис. 1.

Представленные данные свидетельствуют о наличии в смесях «IN», «IM», «IL» гадолеиновой кислоты C20:1 и линоленовой кислоты C18:3, что позволяет предположить содержание в них безэрукового рапсового масла. Согласно показателям анализа жирно-кислотного состава смеси «IN», «IM», «IL», возможно, имеют практически идентичную рецептуру.

Из приведенных данных видно, что смеси подбирали, в первую очередь, по содержанию олеиновой и пальмитиновой кислот: в образце «IX» – 15–20 % кокосового масла; в образце «IS» – 35 %; в остальных – по 30 %; в смеси «IS» – около 20 % пальмового масла; в образце «IX» – 40–45 %; в остальных – по 35–40 % пальмового масла.

Рис. 1. Сравнительная характеристика усредненного жирно-кислотного состава женского молока [31] и адаптированных детских сухих молочных смесей

Fig. 1. Comparative Characteristics of the Average Fatty Acid Composition of Breast Milk [31] and Dry Milk Blends Adapted for Children

Наиболее высокое содержание полиненасыщенных кислот (линолевой и линоленовой) в смесях «IS» и «IX», при этом наиболее благоприятное соотношение $\omega_6 / \omega_3 = 11 : 1$, соответствующее характеристике женского молока, установлено в смеси «IS».

Массовая доля жирового компонента составляет от 24,1 % (смесь «IM») до 27,7 % (смесь «IX»).

Исходя из результатов исследования, жирнокислотный состав адаптированных детских сухих молочных смесей разных производителей соответствует информации, указанной на этикетках исследуемых продуктов.

На рисунке 1 видно, что предлагаемые смеси содержат избыточное количество лауриновой и линолевой кислот при относительно меньшей массовой доле стеариновой кислоты. Ни один из изучаемых образцов по усредненному составу жирных кислот в полной мере не соответствует женскому молоку.

Смеси для детского питания подготавливали к органолептическому анализу по рекомендациям, указанным на упаковке, с гидромодулем 1 : 3. Диспергирование сухих смесей в воде происходило с одинаковой интенсивностью.

Детское питание, изготовленное из смесей «IS», «IN», «IM» и «IL», имело рыбный запах различной степени выраженности; из смеси «IX» – более травянистый, бобовый. Сладкий вкус более всего был выражен в детском питании из смеси «IN», менее всего – из смеси «IM». Консистенция готовых пищевых систем для детского питания отличалась незначительно, цвет варьировал от белого до кремового.

В целом следует отметить неудовлетворительную органолептическую оценку различной степени выраженности пищевых композиций из всех смесей. Худшие показатели имеет композиция из смеси «IX».

Таким образом, отрицательная органолептическая оценка приготовленных детских смесей свидетельствует о недопустимом уровне окисления жирового компонента и о необходимости изменения срока годности сухих молочных смесей. Доказано, что ослабление антиоксидантной защиты и неконтролируемое усиление процессов окисления липидов являются одним из важных звеньев патогенеза вегетативной дисфункции, atopического дерматита, стоматологической патологии, сахарного диабета, артропатий, заболеваний желудочно-кишечного тракта, мочевыводящих путей и др. [32–47].

Физико-химические показатели безопасности адаптированных детских сухих молочных смесей представлены на рис. 2–6.

мг KOH/г

Рис. 2 Кислотное число в исследуемых объектах, мг KOH/г

Fig. 2 Acid Number in the Studied Objects, mg Koh/g

мэкв/кг

Рис. 3. Перекисное число в исследуемых объектах, мэкв/кг

Fig. 3. Peroxide Number in the Studied Objects, mEq/kg

у. е.

Рис. 4. Анизидиновое число в исследуемых объектах, у.е.

Fig. 4. Anisidin Number in the Studied Objects, c.u.

%

Рис. 5. Массовая доля продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире, в исследуемых объектах, %

Fig. 5. Mass Fraction of Oxidation Products Insoluble in Petroleum Ether in the Studied Objects, %

Рис. 6. Содержание эпоксида в исследуемых объектах, ммоль/кг

Fig. 6. Epoxides Content in the Studied Objects, mmol/kg

Анализ рис. 2–6 позволил сделать следующий вывод: нормируемый по ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» показатель безопасности – перекисное число – находится в пределах нормы у всех образцов и составляет не более 4 мэкв/кг. Предельное значение для адаптированных детских сухих молочных смесей не определено нормативной документацией Таможенного союза. Согласно ТР ТС 024/2011 на масложировую продукцию для рафинированных масел и их фракций, смесей рафинированных масел нормировано значение кислотного числа – не более 0,6 мг КОН/г. Для трех из пяти исследуемых сухих молочных смесей кислотное число не превышает этот показатель. В образцах смесей «IM» и «IL» содержание свободных жирных кислот в жировом компоненте составляет 0,6 мг КОН/г и 0,7 мг КОН/г соответственно.

Допустимая величина анизидинового числа, показывающего концентрацию вторичных продуктов окисления – альдегидов, также не определена нормативной документацией для адаптированных детских сухих молочных смесей. В ГОСТ 1129-2013 «Масло подсолнечное. Технические условия (с поправкой)» данный показатель составляет не более 3 у. е. для масла «Премиум» и масла высшего сорта. В образце «IM» анизидиновое число составляет 3,6 у. е. В реакцию с анизидином, в первую очередь, вступают α- и β-ненасыщенные альдегиды, образующие с реагентами продукты конденсации желтого цвета.

Факторами риска являются не только первичные продукты окисления, но и окисленные жирные кислоты, и продукты их сополимеризации (СНПЭ) – вторичные продукты окисления. Поэтому в опытных образцах данный показатель исследовали для выявления полной картины безопасности.

Массовая доля соединений, нерастворимых в петролейном эфире, регламентирована для обработанных фритюрных жиров по СП 2.3.6.1079-01 –

не более 1 %. Данный показатель пока не нашел отражения в обеспечении безопасности жирового компонента других продуктов питания, хотя имеется ряд работ, свидетельствующих о необходимости его регламентации [48; 49]. В образце смеси «IM» сразу после вскрытия массовая доля СНПЭ составляла 1 %. В биологических исследованиях на животных было отмечено, что при систематическом потреблении жиров, содержащих более 0,88 % СНПЭ, наблюдаются прогрессирующие негативные патологические изменения в организме (зернистая дистрофия и гиперемия печени, процессы десквамации в кишечной стенке, отек подслизистого слоя кишечника, изменение формулы крови) [47]. Такие изменения свидетельствуют о возрастании количества эозинофилов и соединений, являющихся лейкотоксинами, что в целом приводит к нарушениям в работе антиоксидантных систем защиты организма.

Согласно данным ряда исследований [50–53] именно изомеры эпоксиолеиновой кислоты обладают свойствами лейкотоксинов. По мнению некоторых ученых [54], формирование эпоксидного кольца происходит через реакцию двойной связи в жирно-кислотной цепи с гидропероксидом, образовавшимся в другой, соседней жирно-кислотной цепи. Этот механизм объясняет наличие эпоксидного цикла на месте двойной связи и сопутствующее формирование гидроксифункции из гидропероксида в соседней жирно-кислотной цепи. Образование эпоксидов ускоряется в процессе термической обработки ненасыщенных жиров, которая применяется при распылительной сушке сухих молочных смесей.

Определение концентрации эпоксидов может быть предложено как оперативный метод контроля безопасности жирового компонента сухих молочных смесей и других пищевых продуктов. В исследуемых детских сухих молочных смесях содержание эпоксидов составило на момент вскрытия банки 25–31 ммоль/кг.

Все исследованные показатели гидролиза и окисления жиров находятся на наиболее безопасном уровне в смеси «IN»; более приближены к критическим значениям показатели смеси «IX».

Результаты исследований обрабатывались общепринятыми статистическими методами с помощью компьютерной программы SPSS Statistics. Для проведения статистического анализа использован критерий Стьюдента.

В дальнейшем будут проведены исследования значений данных показателей на конец срока хранения вскрытой банки.

Результаты второго этапа исследований. Гистологическая картина изменений, происходящих с выраженной интенсивностью, представлена на микрофотографиях (рис. 7, 8 и 9).

а)

б)

Рис. 7. Микрофотография гистологической картины среза печени
а) биомodelей, употреблявших ДАСМС «IN»; б) контрольной группы

Fig. 7. Histological Picture Micrograph of the Liver Section of the a) Biomodels Utilized DASMS «IN»; b) Control Group

а)

б)

Рис. 8. Микрофотография гистологической картины среза почки биомodelей,
употреблявших: а) ДАСМС «IS»; б) ДАСМС «IM»

Fig. 8. Histological Picture Micrograph of the Kidney Section of Biomodels Utilized: a) DASMS «IS»; b) DASMS «IM»

а)

б)

в)

Рис. 9. Микрофотография гистологической картины среза а) селезенки и б) тонкой кишки биомodelей,
употреблявших ДАСМС «IL»; в) толстой кишки биомodelей, употреблявших ДАСМС «IX»

Fig. 9. Histological Picture Micrograph of the Section of a) the Spleen and b) the Small Intestine
of Biomodels Utilized DASMS «IL»; c) the Large Intestine of Biomodels Utilized DASMS «IX»

Детальное описание гистологической картины тканей исследуемых органов биомodelей представлено в таблице.

При анализе гистопатологических изменений в органах биомodelей установлено следующее:

- в печени всех подопытных – гиперемия сосудов, нарушение балочной структуры, зернистая дистрофия гепатоцитов, отежные явления (в том

числе отеки пространств Диссе) различной степени выраженности. Наиболее интенсивными были изменения в группах 3 и 5 с проявлениями гидропической дистрофии, менее выраженными в группе 4 и далее – в группах 1 и 2;

- в почках изучаемых биомodelей – вариабельность выраженности признаков гидропической дистрофии, в том числе в контрольной группе.

*Гистопатологические изменения внутренних органов биомоделей
Histopathological Changes in the Biomodels Internal Organs*

Орган	Группа 1 «IS»	Группа 2 «IN»	Группа 3 «IM»	Группа 4 «IL»	Группа 5 «IX»	Контрольная группа
Печень	Гиперемия, очаговая зернистая дистрофия. Балочная структура умеренно выражена	Сосуды заполнены кровью, диффузная зернистая дистрофия гепатоцитов, отек простанств Диссе. Балочная структура слабо заметная	Диффузная гидропическая дистрофия в сочетании с зернистой дистрофией, отеочные явления в тканях. Балочная структура слабо заметная	Зернистая дистрофия гепатоцитов, гиперемия, отек ткани органа. Балочная структура отсутствует	Очаговая гидропическая дистрофия в сочетании с зернистой дистрофией гепатоцитов. Балочная структура слабо заметная; гиперемия и отек тканей	Сосуды запустевшие, зернистая дистрофия гепатоцитов. Балочная структура сохранена
Почки	Очаговая гидропическая дистрофия в сочетании с зернистой дистрофией. Зернистая дистрофия эпителия канальцев, скопления эритроцитов между ними	Очаговая гидропическая дистрофия в сочетании с зернистой дистрофией эпителия канальцев. Набухание сосудистых клубочков	Выраженная гидропическая дистрофия в сочетании с зернистой дистрофией эпителия канальцев. Сосудистые клубочки заметно увеличены	Диффузная гидропическая дистрофия в сочетании с зернистой дистрофией эпителия канальцев. Сосудистые клубочки увеличены	Очаговая гидропическая дистрофия. Значительное увеличение сосудистых клубочков с уменьшением просвета капсулы Шумлянского	Очаговая гидропическая дистрофия в сочетании с зернистой дистрофией эпителия канальцев. Сосудистые клубочки увеличены вплоть до полного исчезновения просвета капсулы Шумлянского
Селезенка	Разрежение лимфатической ткани фолликулов	Периваскулярные отеки, умеренное разрежение лимфоцитов в фолликулах	Некоторое разрежение лимфоидной ткани фолликулов	Уменьшение числа и размеров фолликулов с разрежением лимфоидной ткани	Фолликулы не выражены, лимфоидная ткань слабо заметная	Умеренные периваскулярные отеки и разрежение лимфоцитов в фолликулах
Тонкая кишка	Незначительный отек стенки органа	Отек слизистой оболочки и деформация желез	Отек стенки органа и деформация желез	Отек стенки органа и деформация желез	Умеренный отек слизистой оболочки	Отек стенки органа и некоторая деформация желез
Толстая кишка	Отек слизистой оболочки	Выраженный отек слизистой оболочки и деформация желез	Отек слизистой оболочки и деформация желез	Отек и деформация желез	Отек и деформация желез	Отек слизистой оболочки и фрагментация некоторых желез

Наиболее заметно нарушения структуры проявлялись в группах 4 и 5, при этом только в группе 1 отмечены межканальцевые кровоизлияния;

- в селезенке – выраженное угнетение лимфоидной ткани у биомоделей в группах 4 и 5, в меньшей степени – в группе 1;
- в тонкой кишке – структура стенки из всех изученных случаев была наиболее нарушена в группах 4 и 5, а в меньшей степени – в группах 2 и 3;
- в толстой кишке – выраженные нарушения строения стенки в виде отеков и деформации желез (группы 2 и 4).

Заключение

Естественным и самым физиологичным питанием для ребенка с первых дней жизни является грудное молоко, состав которого выходит за рамки простого пищевого обеспечения и представляет собой самый важный постнатальный фактор метаболического и иммунологического программирования здоровья младенца. Установлен высокий нутритивный и функциональный потенциал грудного молока, свидетельствующий о биологическом преимуществе и принципиальной незаменимости грудного вскармливания для оптимального развития ребенка. Однако значительная часть женщин в силу различных причин не имеют возможности обеспечить ребенку естественное вскармливание. При этом важна организация оптимального, качественно и безопасно искусственного вскармливания. В результате исследования безопасности жирового компонента адаптированных детских сухих молочных смесей «IM», «IS», «IN», «IL», «IX» установлено, что качественный состав жировой фракции соответствует заявленному на упаковке; ни один из изучаемых образцов смесей по усредненному составу преобладающих жирных кислот не соответствует в полной мере составу женского молока. По важному показателю – соотношению полиненасыщенных жирных кислот $\omega 6 : \omega 3$ – оптимальным значением (11 : 1) отличается смесь «IS».

По органолептическим показателям пищевые системы, изготовленные из сухих смесей «IS», «IN», «IM» и «IL», имели рыбный запах различной степени выраженности, из смеси «IX» – более травянистый. Сладкий вкус более всего был выражен в пищевой системе из смеси «IN», менее

всего – из смеси «IM». Консистенция отличалась незначительно, цвет варьировал от белого до кремового.

Отрицательная органолептическая оценка в целом свидетельствует о недопустимом уровне окисления жирового компонента сухих молочных смесей и о необходимости корректировки их сроков годности.

Показатели безопасности жирового компонента, регламентированные ТР ТС 021 / 2011, ТР ТС 024/2011, ТР ТС 033/2013, не отражают в полной мере требования безопасности к жировому компоненту адаптированных сухих молочных смесей, так как отсутствуют нормативы важнейших показателей безопасности жиров – содержания вторичных продуктов окисления (СНПЭ) и эпоксидов. Проведенные исследования обуславливают необходимость дальнейшего изучения показателей жирового компонента адаптированных сухих молочных смесей в процессе хранения после вскрытия упаковки потребителем.

Гистопатологические изменения наиболее регулярно отмечались в изучаемых органах у биомоделей группы 5. Несколько меньшей интенсивность патологий была в группе 4. При этом почти во всех остальных группах в органах биомоделей выявлялись разной степени выраженности патологические процессы, хотя в ряде случаев можно предположить их обратимость.

Таким образом, проведенный биологический эксперимент предварительно доказывает, что использование смесей «IX» и «IL» оказывает определенное негативное влияние на внутренние органы биомоделей.

Обнаруженные изменения требуют дальнейшего изучения с применением современных методов исследований.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости критической оценки технологии производства, упаковки и хранения адаптированных детских сухих молочных смесей, а также о целесообразности внесения изменений в нормативную документацию Российской Федерации, а в перспективе – в нормативную документацию Таможенного союза ЕАЭС с целью дополнительного контроля безопасности жирового компонента адаптированных детских сухих молочных смесей и изменения сроков годности этих продуктов при хранении.

Библиографический список

1. Абрамова Т.В., Гмошинская М.В., Суржик А.В. и др. Показатели физического и психомоторного развития детей первых месяцев жизни, получавших адаптированную молочную смесь с пребиотиками, нуклеотидами и длинноцепочечными полиненасыщенными жирными кислотами // Вопросы практической педиатрии. 2015. Т. 10, № 3. С. 30–38. DOI: <https://doi.org/1020953/1817-7646-2015-3-30-42>.
2. Барабаш Н.А., Мельникова У.В., Поженко В.В. Гипогалактия. Современные способы коррекции и профилактики: метод. рекомендации. Томск: ООО «Офсет Центр», 2016. 28 с.
3. Тутельян В.А., Конь И.Я. Детское питание: руководство для врачей / 4-е изд., перераб. и доп. М.: МИА, 2017. 784 с. ISBN 978-5-8948-2009-5.
4. Петренко А.В. Современные подходы к искусственному вскармливанию детей // Новая наука: опыт, традиции, инновации. 2016. № 8–2. С. 13–18.
5. Birch, E.E.; Garfield, S.; Hoffman, D.R.; Uauy, R.; Birch, D.G. A Randomised Controlled Trial of Early Dietary Supply of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids and Mental Development in Term Infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2000. Vol. 42. Pp. 174–181. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.2000.tb00066.x>.
6. Agostoni, C.; Trojan, S.; Bellu, R.; Riva, E.; Giovannini, M. Neurodevelopmental Quotient of Healthy Term Infants at 4 Months and Feeding Practice: The Role of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids. *Pediatric Research*. 1995. Vol. 38. Pp. 262–266. DOI: <https://doi.org/10.1203/00006450-199508000-00021>.
7. Willatts, P.; Forsyth, J.S.; Dimodugno, M.K.; Varma, S.; Colvin, M. The Effects of Longchain Polyunsaturated Fatty Acids on Infant Attention and Cognitive Behavior. *International Congress and Symposium Series - Royal Society of Medicine*. 1996. Iss. 215. Pp. 57–70.
8. Willatts, P.; Forsyth, J.S.; Dimodugno, M.K.; Varma, S.; Colvin, M. Effect of Longchain Polyunsaturated Fatty Acids Infant Formula on Problem Solving at 10 Months of Age. *Lancet*. 1998. Vol. 352. Iss. 9129. Pp. 688–691. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)11374-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)11374-5).
9. Шилина Н.М. Экспертный взгляд на роль жиров в детском питании // Педиатрическая фармакология. 2014. Т. 11, № 1. С. 38–42.
10. Martin, C.R.; Ling, P.-R.; Blackburn, G.L. Review of Infant Feeding: Key Features of Breast Milk and Infant Formula. *Nutrients*. 2016. Vol. 8. Iss. 5. Article Number: 279. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8050279>.
11. Timby, N.; Domellöf, M.; Lönnardal, B.; Hernell, O. Comment on "Safety and Tolerance Evaluation of Milk Fat Globule Membrane-Enriched Infant Formulas: A Randomized Controlled Multicenter Non-Inferiority Trial in Healthy Term Infants". *Clinical medicine insights-pediatrics*. 2015. Vol. 9. Iss. 63–4. DOI: <https://doi.org/10.4137/CMPed.S27185>.
12. Irwin, R.D.; Eustis, S.L.; Stefanski, S.; Haseman, J.K. Carcinogenicity of Glycidol in F344 Rats and B6C3F1 Mice. *Journal of Applied Toxicology*. 1996. Vol. 16. Iss. 3. Pp. 201–209. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1263\(199605\)16:3<201::AID-JAT333>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1263(199605)16:3<201::AID-JAT333>3.0.CO;2-0).
13. Appel, K.E.; Abraham, K.; Berger-Preiss, E.; Hansen, T.; Apel, E.; Schuchardt, S.; Vogt, C.; Bakhiya, N.; Creutzenberg, O.; Lampen, A. Relative Oral Bioavailability of Glycidol from Glycidyl Fatty Acid Esters in Rats. *Archives of Toxicology*. 2013. Vol. 87. Iss. 9. Pp. 1649–1659. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00204-013-1061-1>.

Bibliography

1. Abramova, T.V.; Gmoshinskaya, M.V.; Surzhik, A.V. i dr. Pokazateli Fizicheskogo i Psihomotornogo Razvitiya Detej Pervykh Mesyacev ZHizni, Poluchavshih Adaptirovannuyu Molochnuyu Smes' s Prebiotikami, Nukleotidami i Dlinnocepochechnymi Polinenasyshchennymi ZHirnymi Kislotami [Physical and Psychomotor Development Indicators of Children of the First Months of Life Who Received an Adapted Milk Mixture with Prebiotics, Nucleotides and Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids]. *Voprosy Prakticheskoy Pediatrii*. 2015. Vol. 10. No. 3. Pp. 30–38. DOI: <https://doi.org/1020953/1817-7646-2015-3-30-42>.
2. Barabash, N.A.; Mel'nikova, U.V.; Pozhenko, V.V. Gipogalaktiya. Sovremennye Sposoby Korrektsii i Profilaktiki [Hypogalactia. Modern Methods of Correction and Prevention]: Metod.Rekomendatsii. Tomsk: ООО «Ofset Centr». 2016. 28 p.
3. Tutel'yan, V.A.; Kon', I.YA. Detskoe Pitanie [Baby Food]: Rukovodstvo dlya Vrachey. 4-e izd. Pererab. i Dop. M.: MIA, 2017. 784 p. ISBN 978-5-8948-2009-5.
4. Petrenko, A.V. Sovremennye Podhody k Iskusstvennomu Vskarm-livaniyu Detej [Modern Approaches to Artificial Feeding of Children]. *Novaya Nauka: Opyt, Tradicii, Innovatsii*. 2016. No. 8–2. Pp. 13–18.
5. Birch, E.E.; Garfield, S.; Hoffman, D.R.; Uauy, R.; Birch, D.G. A Randomised Controlled Trial of Early Dietary Supply of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids and Mental Development in Term Infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2000. Vol. 42. Pp. 174–181. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.2000.tb00066.x>.
6. Agostoni, C.; Trojan, S.; Bellu, R.; Riva, E.; Giovannini, M. Neurodevelopmental Quotient of Healthy Term Infants at 4 Months and Feeding Practice: The Role of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids. *Pediatric Research*. 1995. Vol. 38. Pp. 262–266. DOI: <https://doi.org/10.1203/00006450-199508000-00021>.
7. Willatts, P.; Forsyth, J.S.; Dimodugno, M.K.; Varma, S.; Colvin, M. The Effects of Longchain Polyunsaturated Fatty Acids on Infant Attention and Cognitive Behavior. *International Congress and Symposium Series - Royal Society of Medicine*. 1996. Iss. 215. Pp. 57–70.
8. Willatts, P.; Forsyth, J.S.; Dimodugno, M.K.; Varma, S.; Colvin, M. Effect of Longchain Polyunsaturated Fatty Acids Infant Formula on Problem Solving at 10 Months of Age. *Lancet*. 1998. Vol. 352. Iss. 9129. Pp. 688–691. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)11374-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)11374-5).
9. Shilina, N.M. Ekspertnyj Vzgl'yad na Rol' ZHirov v Detskom Pitanii [Expert View on the Fats Role in Children's Nutrition]. *Pediatricheskaya Farmakologiya*. 2014. Vol. 11. No. 1. Pp. 38–42.
10. Martin, C.R.; Ling, P.-R.; Blackburn, G.L. Review of Infant Feeding: Key Features of Breast Milk and Infant Formula. *Nutrients*. 2016. Vol. 8. Iss. 5. Article Number: 279. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8050279>.
11. Timby, N.; Domellöf, M.; Lönnardal, B.; Hernell, O. Comment on "Safety and Tolerance Evaluation of Milk Fat Globule Membrane-Enriched Infant Formulas: A Randomized Controlled Multicenter Non-Inferiority Trial in Healthy Term Infants". *Clinical medicine insights-pediatrics*. 2015. Vol. 9. Iss. 63–4. DOI: <https://doi.org/10.4137/CMPed.S27185>.
12. Irwin, R.D.; Eustis, S.L.; Stefanski, S.; Haseman, J.K. Carcinogenicity of Glycidol in F344 Rats and B6C3F1 Mice. *Journal of Applied Toxicology*. 1996. Vol. 16. Iss. 3. Pp. 201–209. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1263\(199605\)16:3<201::AID-JAT333>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1263(199605)16:3<201::AID-JAT333>3.0.CO;2-0).

14. Rodríguez-Alcalá, L.M.; Calvo, M.V.; Fontecha, J.; Alonso, L. Alterations in the Fatty Acid Composition in Infant Formulas and ω 3-PUFA Enriched UHT Milk during Storage. *Foods*. 2019. Vol. 8. Iss. 5. Article Number: 163. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8050163>.
15. Chávez-Servín, J.L.; Castellote, A.I.; Martín, M.; Chifré, R.; López-Sabater, M.K. Stability during Storage of LC-PUFA-Supplemented Infant Formula Containing Single Cell Oil or Egg Yolk. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 113. Iss. 2. Pp. 484–492. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.082>.
16. Kroes, R.; Schaefer, E.J.; Squire, R.A.; Williams, G.M. A Review of the Safety of DHA45-oil. *Food and Chemical Toxicology*. 2003. Vol. 41. Iss. 11. Pp. 1433–1446. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0278-6915\(03\)00163-7](https://doi.org/10.1016/s0278-6915(03)00163-7).
17. Blum, R.; Kiy, T.; Tanaka, S.; Wong, A.W.; Roberts, A. Genotoxicity and Subchronic Toxicity Studies of DHA-Rich Oil in Rats. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2007. Vol. 49. Iss. 3. Pp. 271–284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2007.08.005>.
18. Arterburn, L.M.; Boswell, K.D.; Koskelo, E.; Kassner, S.L.; Kelly, C.; Kyle, D.J. A Combined Subchronic (90-Day) Toxicity and Neurotoxicity Study of a Single-Cell Source of Docosahexaenoic Acid Triglyceride (DHASCO oil). *Food and Chemical Toxicology*. 2000. Vol. 38. Iss. 1. Pp. 35–49. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0278-6915\(99\)00119-2](https://doi.org/10.1016/s0278-6915(99)00119-2).
19. Lien, E.L. Toxicology and Safety of DHA. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 2009. Vol. 81. Iss. 2–3. Pp. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2009.05.004>.
20. Wang, W.; Yang, J.; Qi, W.; Yang, H.; Wang, C.; Tan, B.; Hammock, B.D.; Park, Y.; Kim, D.; Zhang, G. Lipidomic Profiling of High-Fat Diet- Induced Obesity in Mice: Importance of Cytochrome P450-Derived Fatty Acid Epoxides. *Obesity (Silver Spring)*. 2017. Vol. 25. Iss. 1. Pp. 132–140. DOI: <https://doi.org/10.1002/oby.21692>.
21. Greene, J.F.; Newman, J.W.; Williamson, K.C.; Hammock, B.D. Toxicity of Epoxy Fatty Acids and Related Compounds to Cells Expressing Human Soluble Epoxide Hydrolase. *Chemical Research in Toxicology*. 2000. Vol. 13. Iss. 4. Pp. 217–226. DOI: <https://doi.org/10.1021/tx990162c>.
22. Li, P.; Oh, D.Y.; Bandyopadhyay, G.; Lagakos, W.S.; Talukdar, S.; Osborn, O.; Johnson, A.; Chung, H.; Maris, M.; Ofrecio, J.M.; Taguchi, S.; Lu, M.; Olefsky, J.M. LTB4 Promotes Insulin Resistance in Obese Mice by Acting on Macrophages, Hepatocytes and Myocytes. *Nature Medicine*. 2015. Vol. 21. Iss. 3. Pp. 239–247. DOI: <https://doi.org/10.1038/nm.3800>.
23. Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистология / пер. с англ.; под ред. и с предисл. чл.-корр. АМН В.В. Португалова. М.: Мир, 1969. 645 с.
24. Меркулов Г.А. Курс патологистологической техники. 1967. Микроскопическая техника: руководство / под ред. Д.С. Саркисова и Ю.Л. Перова. М.: Медицина, 1996. 544 с. ISBN 5-225-02-820-9. URL: <https://practicagystologa.ru/2016/04/30/vzyatie-i-fiksaciya/>.
25. Goicoechea, E.; Guillen, M.D. Analysis of Hydroperoxides, Aldehydes and Epoxides by ¹H Nuclear Magnetic Resonance in Sunflower Oil Oxidized at 70 and 100 Degrees C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 58. Iss. 10. Pp. 6234–6245. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf1005337>.
26. Guiffrida, F.; Destailhats, F.; Robert, F.; Skibsted, L.H.; Dionisi, F. Formation and Hydrolysis of Triacylglycerol and Sterol Epoxides: Role of Unsaturated Triacylglycerol Peroxyl Radicals. *Free Radical Biology and Medicine*. 2004. Vol. 37. Iss. 1. Pp. 104–114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2004.04.004>.
13. Appel, K.E.; Abraham, K.; Berger-Preiss, E.; Hansen, T.; Apel, E.; Schuchardt, S.; Vogt, C.; Bakhiya, N.; Creutzenberg, O.; Lampen, A. Relative Oral Bioavailability of Glycidol from Glycidyl Fatty Acid Esters in Rats. *Archives of Toxicology*. 2013. Vol. 87. Iss. 9. Pp. 1649–1659. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00204-013-1061-1>.
14. Rodríguez-Alcalá, L.M.; Calvo, M.V.; Fontecha, J.; Alonso, L. Alterations in the Fatty Acid Composition in Infant Formulas and ω 3-PUFA Enriched UHT Milk during Storage. *Foods*. 2019. Vol. 8. Iss. 5. Article Number: 163. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8050163>.
15. Chávez-Servín, J.L.; Castellote, A.I.; Martín, M.; Chifré, R.; López-Sabater, M.K. Stability during Storage of LC-PUFA-Supplemented Infant Formula Containing Single Cell Oil or Egg Yolk. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 113. Iss. 2. Pp. 484–492. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.082>.
16. Kroes, R.; Schaefer, E.J.; Squire, R.A.; Williams, G.M. A Review of the Safety of DHA45-oil. *Food and Chemical Toxicology*. 2003. Vol. 41. Iss. 11. Pp. 1433–1446. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0278-6915\(03\)00163-7](https://doi.org/10.1016/s0278-6915(03)00163-7).
17. Blum, R.; Kiy, T.; Tanaka, S.; Wong, A.W.; Roberts, A. Genotoxicity and Subchronic Toxicity Studies of DHA-Rich Oil in Rats. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2007. Vol. 49. Iss. 3. Pp. 271–284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2007.08.005>.
18. Arterburn, L.M.; Boswell, K.D.; Koskelo, E.; Kassner, S.L.; Kelly, C.; Kyle, D.J. A Combined Subchronic (90-Day) Toxicity and Neurotoxicity Study of a Single-Cell Source of Docosahexaenoic Acid Triglyceride (DHASCO oil). *Food and Chemical Toxicology*. 2000. Vol. 38. Iss. 1. Pp. 35–49. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0278-6915\(99\)00119-2](https://doi.org/10.1016/s0278-6915(99)00119-2).
19. Lien, E.L. Toxicology and Safety of DHA. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 2009. Vol. 81. Iss. 2–3. Pp. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2009.05.004>.
20. Wang, W.; Yang, J.; Qi, W.; Yang, H.; Wang, C.; Tan, B.; Hammock, B.D.; Park, Y.; Kim, D.; Zhang, G. Lipidomic Profiling of High-Fat Diet- Induced Obesity in Mice: Importance of Cytochrome P450-Derived Fatty Acid Epoxides. *Obesity (Silver Spring)*. 2017. Vol. 25. Iss. 1. Pp. 132–140. DOI: <https://doi.org/10.1002/oby.21692>.
21. Greene, J.F.; Newman, J.W.; Williamson, K.C.; Hammock, B.D. Toxicity of Epoxy Fatty Acids and Related Compounds to Cells Expressing Human Soluble Epoxide Hydrolase. *Chemical Research in Toxicology*. 2000. Vol. 13. Iss. 4. Pp. 217–226. DOI: <https://doi.org/10.1021/tx990162c>.
22. Li, P.; Oh, D.Y.; Bandyopadhyay, G.; Lagakos, W.S.; Talukdar, S.; Osborn, O.; Johnson, A.; Chung, H.; Maris, M.; Ofrecio, J.M.; Taguchi, S.; Lu, M.; Olefsky, J.M. LTB4 Promotes Insulin Resistance in Obese Mice by Acting on Macrophages, Hepatocytes and Myocytes. *Nature Medicine*. 2015. Vol. 21. Iss. 3. Pp. 239–247. DOI: <https://doi.org/10.1038/nm.3800>.
23. Lilli, R. Patogistologicheskaya Tekhnika i Prakticheskaya Gistologiya [Pathohistological Technique and Practical Histology]. Per. s Angl.; pod Red. i s Predisl. CHL.-Korr. AMN V.V. Portugalova. M.: Mir. 1969. 645 p.
24. Merkulov, G.A. Kurs Patologogistologicheskoy Tekhniki. 1967. Mikroskopicheskaya Tekhnika [Course of the Pathohistological Technique]. 1967. Microscopic Technique: Rukovodstvo. Pod red. D.S. Sarkisova i YU.L. Perova. M.: Medicina. 1996. 544 p. ISBN 5-225-02-820-9. URL: <https://practicagystologa.ru/2016/04/30/vzyatie-i-fiksaciya/>.
25. Goicoechea, E.; Guillen, M.D. Analysis of Hydroperoxides, Aldehydes and Epoxides by ¹H Nuclear Magnetic Resonance in Sunflower Oil Oxidized at 70 and 100 Degrees C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 58. Iss. 10. Pp. 6234–6245. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf1005337>.

27. Volf, E.Y.; Simakova, I.V.; Perkel, R.L.; Mukhamedzhanova, Y.V.; Bolotova, N.V. The Safety Study of the Fat Component in Adapted Infant Formula. E3S Web of Conferences. International Conference on Efficient Production and Processing (ICEPP-2020). 2020. Vol. 161. Article Number: 01110. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016101110>. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/21/e3sconf_iceppPrague2020_01110.pdf.
28. Определение суммарного содержания продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире: руководство по методам исследования, техникохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / под общ. ред. В.П. Ржехина и А.Г. Сергеева. Л.: ВНИИЖ, 1967. Т. 1, кн. 2. С. 1007.
29. Jedrkiewicz, R.; Kupska, M.; Glowacz, A.; Gromadzka, J.; Namiesnik, J. 3-MCPD: A Worldwide Problem of Food Chemistry. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2016. Vol. 56. Iss. 14. Pp. 2268–2277. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.829414>.
30. Симакова И.В. Исследование пальмового масла в технологии производства фритюрной продукции: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / СПб., 2004. 18 с.
31. Захарова И.Н., Дмитриева Ю.А., Гордеева Е.А. Мембрана жировых глобул молока: инновационные открытия уже сегодня // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2015. Т. 60, № 6. С. 15–21.
32. Yuhas, R.; Pramuk, K.; Lien, E.L. Human Milk Fatty Acid Composition from Nine Countries Varies Most in DHA. Lipids. 2006. Vol. 41. Iss. 9. Pp. 851–858. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11745-006-5040-7>.
33. Sies, H. Oxidative Stress: from Basic Research to Clinical Application. The American Journal of Medicine. 1991. Vol. 91. Suppl. 3C. Pp. 31S–38S. DOI: [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(91\)90281-2](https://doi.org/10.1016/0002-9343(91)90281-2).
34. Wilson, R.; Fernie, C.E.; Scrimgeour, C.M.; Lyall, K.; Smyth, L.; Riemersma, R.A. Dietary Epoxy Fatty Acids are Absorbed in Healthy Women. European Journal of Clinical Investigation. 2002. Vol. 32. Iss. 2. Pp. 79–83. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2362.2002.00951.x>.
35. Al-Shaikh, H.P.; Mancini-Filho, J.; Smith, L.M. Improving Quality of Used Deep-Frying Fats. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1985. Vol. 62. Iss. 4. P. 635.
36. Дубенецкая М.М. Влияние окислившегося подсолнечного масла на организм экспериментальных животных // Гигиена и санитария. 1971. № 12. С. 33–36.
37. Партешко В.Г., Лесюис А.А., Белоус Г.В. О снижении уровня липидных биоантиоксидантов в печени животных под действием высоконасыщенных экзогенных липидов // Биофизика. 1971. Т. 16, № 1. С. 160–162.
38. Fukuzumi, K. Studies on the Reaction of Fats and Oils – Hydrolysis, Autoxidation, Hydrogenation, etc. Mem. Fac. Eng. Nagoya Univ. 1978. Vol. 30. Iss. 2. Pp. 200–244.
39. Вышеславова М.Я. Влияние подсолнечного масла с разной степенью окисления на индукцию 2-ацетиламинофлюороном опухолей у крыс // Вопросы онкологии. 1969. Т. 15, № 4. С. 66–70.
40. Рюбен К. Антиоксиданты. СПб.: Изд-во «Крон-Пресс», 1998. 223 с. ISBN 5-232-00819-6.
41. Литвин Б.С. Вплив комплексної медикаментозної терапії на окисний гомеостаз у дітей з вегетативними дисфункціями // Педіатрія, акушерство та гінекологія. 2007. № 2. С. 16–18.
42. Олійник Я.В. Порушення перекисного окислення ліпідів та їх корекція у дітей, хворих на atopічний дерматит // Вісник наукових досліджень. 2007. № 3 (48). С. 39–42.
26. Guifrida, F.; Destailats, F.; Robert, F.; Skibsted, L.H.; Dionisi, F. Formation and Hydrolysis of Triacylglycerol and Sterol Epoxydes: Role of Unsaturated Triacylglycerol Peroxyl Radicals. Free Radical Biology and Medicine. 2004. Vol. 37. Iss. 1. Pp. 104–114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2004.04.004>.
27. Volf, E.Y.; Simakova, I.V.; Perkel, R.L.; Mukhamedzhanova, Y.V.; Bolotova, N.V. The Safety Study of the Fat Component in Adapted Infant Formula. E3S Web of Conferences. International Conference on Efficient Production and Processing (ICEPP-2020). 2020. Vol. 161. Article Number: 01110. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016101110>. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/21/e3sconf_iceppPrague2020_01110.pdf.
28. Opredelenie Summarnogo Soderzhaniya Produktov Okisleniya, Nerastvorimyh v Petrolejnom Efire [Total Content Determination of Oxidation Products Insoluble in Petroleum Ether]: Rukovodstvo po Metodam Issledovaniya, Tekhnohimicheskomu Kontrolyu i Uchetu Proizvodstva v Maslozhirovoj Promyshlennosti. pod Obshch. Red. V.P. Rzhikhina i A.G. Sergeeva. L.: VNIIZH, 1967. Vol. 1. Iss. 2. Pp. 1007.
29. Jedrkiewicz, R.; Kupska, M.; Glowacz, A.; Gromadzka, J.; Namiesnik, J. 3-MCPD: A Worldwide Problem of Food Chemistry. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2016. Vol. 56. Iss. 14. Pp. 2268–2277. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.829414>.
30. Simakova, I.V. Issledovanie Pal'movogo Masla v Tekhnologii Proizvodstva Friturnoj Produktii [Palm Oil Research in the Production Technology of Deep-Frying Products]: Avtoref. Dis. ... Kand. Tekhn. Nauk: 05.18.15. SPb., 2004. 18p.
31. Zaharova, I.N.; Dmitrieva, YU.A.; Gordeeva, E.A. Membrana ZHirovyh Globul Moloka: Innovacionnye Otkrytiya Uzhe Segodnya [Fat Globules Membrane of Milk: Innovative Discoveries Already Today]. Rossijskij Vestnik Perinatologii i Pediatrii. 2015. Vol. 60. No. 6. Pp. 15–21.
32. Yuhas, R.; Pramuk, K.; Lien, E.L. Human Milk Fatty Acid Composition from Nine Countries Varies Most in DHA. Lipids. 2006. Vol. 41. Iss. 9. Pp. 851–858. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11745-006-5040-7>.
33. Sies, H. Oxidative Stress: from Basic Research to Clinical Application. The American Journal of Medicine. 1991. Vol. 91. Suppl. 3C. Pp. 31S–38S. DOI: [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(91\)90281-2](https://doi.org/10.1016/0002-9343(91)90281-2).
34. Wilson, R.; Fernie, C.E.; Scrimgeour, C.M.; Lyall, K.; Smyth, L.; Riemersma, R.A. Dietary Epoxy Fatty Acids are Absorbed in Healthy Women. European Journal of Clinical Investigation. 2002. Vol. 32. Iss. 2. Pp. 79–83. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2362.2002.00951.x>.
35. Al-Shaikh, H.P.; Mancini-Filho, J.; Smith, L.M. Improving Quality of Used Deep-Frying Fats. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1985. Vol. 62. Iss. 4. P. 635.
36. Dubeneckaya, M.M. Vliyanie Okislivshegosya Podsolnechnogo Masla na Organizm Eksperimental'nykh Zhivotnykh [Oxidized Sunflower Oil Effect on the Body of Experimental Animals]. Gigiena i Sanitariya. 1971. No. 12. Pp. 33–36.
37. Parteshko, V.G.; Lesyuis, A.A.; Belous, G.V. O Snizhenii Urovnya Lipidnykh Bioantioksidantov v Pecheni Zhivotnykh pod Dejstviem Vysokonenasyschennykh Ekzogennykh Lipidov [On the Reduction of the Lipid Bioantioxidants Level in the Liver of Animals under the Highly Unsaturated Exogenous Lipids]. Biofizika. 1971. Vol. 16. No. 1. Pp. 160–162.
38. Fukuzumi, K. Studies on the Reaction of Fats and Oils – Hydrolysis, Autoxidation, Hydrogenation, etc. Mem. Fac. Eng. Nagoya Univ. 1978. Vol. 30. Iss. 2. Pp. 200–244.

43. Новожилова Г.П., Аксенова В.М., Мозговая Л.А. Состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы в плазме, эритроцитах и слюне детей с патологией органов полости рта, отягощенной дисбиозом кишечника: электрон. ресурс. URL: <http://www.stomatburg.ru/articles/klin>. (<https://medafarm.ru/page/stati-doktoru/pediatrica-i-neonatologiya/sostoyanie-perekisnogo-okisleniya-lipidov-i-antioxidanta>).
44. Sanders, T. Toxicological Considerations in Oxidative Rancidity of Animal Fats. *Journal of Food Science and Technology Today*. 1987. Vol. 1. Iss. 3. Pp.162–164.
45. Carroll, K.K. Dietary Fats and Energy in Relation to Carcinogenesis. *New Era Global Harmony Nutr.: Proc. 14th Int. Congr. Nutr.*, Seoul. 1989. Vol. 1. Pp. 493–496.
46. Über Brat- und Siedefette I. DGF-Symposium, verbunden mit einem Rundtischgespräch. *Fette, Seifen, Anstrichm.* 1973. Vol. 75. Iss. 7. Pp. 449–451. DOI: <https://doi.org/10.1002/lipi.19730750710>.
47. Poli, G.; Leonarduzzi, G.; Biasi, F.; Chiarotto, E. Oxidative Stress and Cell Signaling. *Current Medical Chemistry*. 2004. Vol. 11. No. 9. Pp. 1163–1182. DOI: <http://dx.doi.org/10.2174/0929867043365323>.
48. Казимирко В.К., Мальцев В.И. Антиоксидантная система и ее функционирование в организме человека // *Здоровье Украины*. 2004. Т. 98. С. 40–45. URL: <https://health-ua.com/article/18571-Antioxidantnaya-sistema-i-ee-funkcionirovanie-v-organizme-cheloveka>.
49. Курашвили В.А. Купирование оксидативного стресса с помощью натуральных антиоксидантов. URL: <http://vitadoctor.com.ua/ru/art?artid=183>.
50. Симакова И.В., Закревский В.В., Перкель Р.Л., Куткина М.Н. Исследование интенсивности патогенеза в зависимости от степени окисления пальмового масла // *Вопросы питания*. 2016. Т. 85, № 52. С. 36.
51. Симакова И.В., Елисеев Ю.Ю., Перкель Р.Л., Домницкий И.Ю., Терентьев А.А., Стрижевская В.Н., Макарова А.Н., Елисеева Ю.В. Оценка санитарно-технологической безопасности жирового компонента некоторых видов снеков и мучных кондитерских изделий с длительным сроком хранения // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2016. Т. 12, № 3. С. 333–338.
52. Симакова И.В. Научные и прикладные аспекты обеспечения безопасности продукции быстрого питания: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / ФГБОУ ВПО Госуниверситет – УНПК. Орел, 2015. 462 с.
53. Velasco, J.; Marmesat, S.; Bordeaux, O.; Márquez-Ruiz, G.; Dobarganes, C. Formation and Evolution of Monoepoxy Fatty Acids in Thermoxidized Olive and Sunflower Oils and Quantitation in Used Frying Oils from Restaurants and Fried Food Outlets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004. Vol. 52. Iss. 14. Pp. 4438–4443. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf030753f>.
54. Velasco, J.; Marmesat, S.; Berdeaux, O.; Márquez-Ruiz, G.; Dobarganes, C. Quantitation of Short-Chain Glycerol-Bound Compounds in Thermoxidized and Used Frying Oils. A Monitoring Study during Thermoxidation of Olive and Sunflower Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005. Vol. 53. Iss. 10. Pp. 4006–4011. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf050050t>.
39. Vysheslavova, M.YA. Vliyanie Podsolnechnogo Masla s Raznoj Stepenn'yu Okisleniya na Indukciyu 2-Acetilaminofluorenom Opuholej u Krys [Effect of Sunflower Oil with Different Oxidation Degrees on the Induction of 2-Acetylaminofluorene Tumors in Rats]. *Voprosy Onkologii*. 1969. Vol. 15, No. 4. Pp. 66–70.
40. Ryuben, K. *Antioxidanty* [Antioxidants]. SPb.: Izd-vo «Kron-Press». 1998. 223 p. ISBN 5-232-00819-6.
41. Litvin, B.S. Vpliv Kompleksnoї Medikamentoznōi Terapiї na Okisnij Gomeostaz u Ditej z Vegetativnimi Disfunkcijami. *Pediatrica, Akusherstvo ta Ginekologiya*. 2007. No. 2. Pp. 16–18.
42. Olijnik, YA.V. Porushennya Perekisnogo Okisleniya Lipidiv ta ĭh Korekciya u Ditej, Hvorih na Atopichnij Dermatit. *Visnik Naukovih Doslidzhen*. 2007. No. 3 (48). Pp. 39–42.
43. Novozhilova, G.P.; Aksenova, V.M.; Mozgovaya, L.A. Sostoyanie Perekisnogo Okisleniya Lipidov i Antioksidantnoj Sistemy v Plazme, Eritrocitah i Slyune Detej s Patologiej Organov Polosti Rta, Otyagoshchennoj Disbiozom Kishechnika [State of Lipid Peroxidation and the Antioxidant System in Plasma, Red Blood Cells and Saliva of Children with Oral Pathology, Burdened with Intestinal Dysbiosis]: *Elektron. Resurs*. URL: <http://www.stomatburg.ru/articles/klin>. (<https://medafarm.ru/page/stati-doktoru/pediatrica-i-neonatologiya/sostoyanie-perekisnogo-okisleniya-lipidov-i-antioxidanta>).
44. Sanders, T. Toxicological Considerations in Oxidative Rancidity of Animal Fats. *Journal of Food Science and Technology Today*. 1987. Vol. 1. Iss. 3. Pp.162–164.
45. Carroll, K.K. Dietary Fats and Energy in Relation to Carcinogenesis. *New Era Global Harmony Nutr.: Proc. 14th Int. Congr. Nutr.*, Seoul. 1989. Vol. 1. Pp. 493–496.
46. Über Brat- und Siedefette I. DGF-Symposium, verbunden mit einem Rundtischgespräch. *Fette, Seifen, Anstrichm.* 1973. Vol. 75. Iss. 7. Pp. 449–451. DOI: <https://doi.org/10.1002/lipi.19730750710>.
47. Poli, G.; Leonarduzzi, G.; Biasi, F.; Chiarotto, E. Oxidative Stress and Cell Signaling. *Current Medical Chemistry*. 2004. Vol. 11. No. 9. Pp. 1163–1182. DOI: <http://dx.doi.org/10.2174/0929867043365323>.
48. Kazimirko, V.K.; Mal'cev, V.I. *Antioxidantnaya Sistema i Ee Funkcionirovanie v Organizme Cheloveka* [Antioxidant System and Its Functioning in the Human Body]. *Zdorov'e Ukrainy*. 2004. Vol. 98. Pp. 40–45. URL: <https://health-ua.com/article/18571-Antioxidantnaya-sistema-i-ee-funkcionirovanie-v-organizme-cheloveka>.
49. Kurashvil, V.A. Kupirovanie Oksidativnogo Stressa s Pomoshch'yu Natural'nyh Antioxidantov [Relief of Oxidative Stress with the Help of Natural Antioxidants]. URL: <http://vitadoctor.com.ua/ru/art?artid=183>.
50. Simakova, I.V.; Zakrevskij, V.V.; Perkel', R.L.; Kutkina, M.N. Issledovanie Intensivnosti Patogeneza v zavisimosti ot Stepeni Okisleniya Pal'movogo Masla [Intensity Study of Pathogenesis Depending on the Oxidation Degree of Palm Oil]. *Voprosy Pitaniya*. 2016. Vol. 85. No. 52. Pp. 36.
51. Simakova, I.V.; Eliseev, YU.YU.; Perkel', R.L.; Domnickij, I.YU.; Terent'ev, A.A.; Strizhevskaya, V.N.; Makarova, A.N.; Eliseeva, YU.V. Ocenka Sanitarno-Tekhnologicheskoy Bezopasnosti Zhirovoogo Komponenta Nekotoryh Vidov Snekov i Muchnyh Konditerskih Izdelij s Dlitel'nym Srokom Hraneniya [Assessment of Sanitary and Technological Security Fatty Component of Some Types of Snacks and Flour Confectionery Products with a Long Shelf Life]. *Saratovskij Nauchno-Medicinskij Zhurnal*. 2016. Vol. 12. No. 3. Pp. 333–338.
52. Simakova, I.V. Nauchnye i Prikladnye Aspekty Obespecheniya Bezopasnosti Produktii Bystrogo Pitaniya [Scientific and Applied Aspects of Ensuring Fast Food Products Safety]: *Dis. ... D-ra Tekhn. Nauk*: 05.18.15. FGBOU VPO Gosuniversitet – UNPK. Orel. 2015. 462 p.

53. Velasco, J.; Marmesat, S.; Bordeaux, O.; Márquez-Ruiz, G.; Dobarganes, C. Formation and Evolution of Monoepoxy Fatty Acids in Thermoxidized Olive and Sunflower Oils and Quantitation in Used Frying Oils from Restaurants and Fried Food Outlets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004. Vol. 52. Iss. 14. Pp. 4438–4443. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf030753f>.
54. Velasco, J.; Marmesat, S.; Berdeaux, O.; Márquez-Ruiz, G.; Dobarganes, C. Quantitation of Short-Chain Glycerol-Bound Compounds in Thermoxidized and Used Frying Oils. A Monitoring Study during Thermoxidation of Olive and Sunflower Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005. Vol. 53. Iss. 10. Pp. 4006–4011. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf050050t>.

Информация об авторах / Information about Authors

Вольф

Екатерина Юрьевна

Volf,

Ekaterina Yurievna

Тел./Phone: +7 (8452) 67-76-67,
доб. 220
E-mail: volfftp@gmail.com

Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания
Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова
410005, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Большая Садовая, 220

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Food Technology Department
Saratov State Agrarian University n.a. Nikolay I. Vavilova
410005, Russian Federation, Saratov, Bolshaya Sadovaya St., 220

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1769-2667>

Симакова

Инна Владимировна

Simakova,

Inna Vladimirovna

Тел./Phone: +7 (8452) 67-76-67,
доб. 220
E-mail: simakovaiv@yandex.ru

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова
410005, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Большая Садовая, 220

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Food Technology Department
Saratov State Agrarian University n.a. Nikolay I. Vavilova
410005, Russian Federation, Saratov, Bolshaya Sadovaya St., 220

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0998-8396>

Домницкий

Иван Юрьевич

Domnitsky,

Ivan Yurievich

Тел./Phone: +7 (8452) 67-76-67,
доб. 219
E-mail: domnitskiy09@yandex.ru

Доктор ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры морфологии, патологии животных и биологии

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова
410005, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Большая Садовая, 220

Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Morphology, Animals Pathology and Biology Department
Saratov State Agrarian University n.a. Nikolay I. Vavilova
410005, Russian Federation, Saratov, Bolshaya Sadovaya St., 220

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6530-729>

Терентьев

Андрей Анатольевич

Terentyev,

Andrey Anatolevich

Тел./Phone: +7 (8452) 67-76-67,
доб. 219
E-mail: terentievaa@mail.ru

Кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры морфологии, патологии животных и биологии

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова
410005, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Большая Садовая, 220

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Morphology, Animals Pathology and Biology Department
Saratov State Agrarian University n.a. Nikolay I. Vavilova
410005, Russian Federation, Saratov, Bolshaya Sadovaya St., 220

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8571-2020>

**Перкель
Роман Львович**Perkel,
Roman Lvovich

Тел./Phone: +7 (812) 297-36-24

E-mail: r.perkel@mail.ru

*Доктор технических наук, профессор, профессор Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
194021, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50**Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Graduate School of Biotechnology and Food Technologies**Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
194021, Russian Federation, St. Petersburg, Novorossiyskaya St., 50*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3142-9614>**Федонников
Александр Сергеевич**Fedonnikov,
Alexander Sergeevich

Тел./Phone: +7 (8452) 49-45-00

E-mail: fedonnikov@sgmu.ru

*Доктор медицинских наук, доцент, проректор по научной работе
Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского
410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112**Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Science
Saratov State Medical University n.a. Vasilij I. Razumovsky
410012, Russian Federation, Saratov, Bolshaya Kazachya St., 112*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0344-4419>**Болотова
Нина Викторовна**Bolotova,
Nina Viktorovna

Тел./Phone: +7 (8452) 52-51-87

E-mail: kafedranv@mail.ru

*Доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой пропедевтики детских болезней, детской эндокринологии и диабетологии
Саратовский государственный медицинский университет им В.И. Разумовского
410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112**Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Childhood Diseases Propedeutics, Pediatric Endocrinology and Diabetology Department
Saratov State Medical University n.a. Vasilij I. Razumovsky
410012, Russian Federation, Saratov, Bolshaya Kazachya St., 112*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8148-526X>**Гузеева
Глория Владимировна**Guzeeva,
Gloria Vladimirovna

Тел./Phone: +7 (8452) 39-37-58

E-mail: gggloria21@gmail.com

*Кандидат медицинских наук, врач-гастроэнтеролог
ГУЗ «Саратовская областная детская клиническая больница» Министерства здравоохранения Саратовской области
410031, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Вольская, 6**Candidate of Medical Sciences, Gastroenterologist
Saratov Regional Children's Clinical Hospital
410031, Russian Federation, Saratov, Volskaya St., 6*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5144-7310>**Закревский
Виктор Вениаминович**Zakrevsky,
Viktor VeniaminovichТел./Phone: +7 (812) 303-50-00,
доб. 8327

E-mail: Viktor.Zakrevskii@szgmu.ru

*Доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены питания
Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова
191015, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41**Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Food Hygiene Department
North-Western State Medical University n.a. Iliya I. Mechnikov
191015, Russian Federation, St. Petersburg, Kirochnaya St., 41*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4355-2986>