

УДК 614.31: [664.68:664.31/.36]: 613.2 (045)

Оригинальная статья

## ОЦЕНКА САНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИРОВОГО КОМПОНЕНТА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СНЕКОВ И МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ

**И. В. Симакова** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», заведующая кафедрой технологии продуктов питания, доцент, кандидат технических наук; **Ю. Ю. Елисеев** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, заведующий кафедрой общей гигиены и экологии, профессор, доктор медицинских наук; **Р. Л. Перкель** — ФГАОУ «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», институт «Торгово-экономический университет», профессор кафедры технологии и организации питания, профессор, доктор технических наук; **И. Ю. Домницкий** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», профессор кафедры морфологии, патологии животных и биологии, доцент, доктор ветеринарных наук; **А. А. Терентьев** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», доцент кафедры морфологии, патологии животных и биологии, доцент, кандидат ветеринарных наук; **В. Н. Стрижевская** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», доцент кафедры технологии продуктов питания, доцент, кандидат технических наук; **А. Н. Макарова** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова», доцент кафедры технологии продуктов питания, доцент, кандидат технических наук; **Ю. В. Елисеева** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, доцент кафедры общей гигиены и экологии, доцент, кандидат медицинских наук.

### THE SANITARY-TECHNOLOGICAL SAFETY ASSESSMENT OF FAT COMPONENT IN SOME TYPES OF SNACKS AND CONFECTIONERY WITH EXTENDED EXPIRATION DATE

**I. V. Simakova** — Saratov State Agrarian University n.a. N. I. Vavilov, Head of Department of Food Science, Assistant Professor, Candidate of Technical Science; **Yu. Yu. Eliseev** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Head of Department of General Hygiene and Ecology, Professor, Doctor of Medical Science; **R. L. Perkel** — St. Petersburg State Polytechnic University, Institute «St. Petersburg State Trade & Economy University», Department of Food Science, Professor, Doctor of Technical Science; **I. Yu. Domnitsky** — Saratov State Agrarian University n.a. N. I. Vavilov, Department of Morphology, Pathology of Animals and Biology, Professor, Doctor of Veterinary Science; **A. A. Terentyev** — Saratov State Agrarian University n.a. N. I. Vavilov, Department of Morphology, Pathology of Animals and Biology, Assistant Professor, Candidate of Veterinary Science; **V. N. Strizhevskaya** — Saratov State Agrarian University n.a. N. I. Vavilov, Department of Food Science, Assistant Professor, Candidate of Technical Science; **A. N. Makarova** — Saratov State Agrarian University n.a. N. I. Vavilov, Department of Food Science, Assistant Professor, Candidate of Technical Science; **Yu. V. Eliseeva** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Assistant Professor, Department of General Hygiene and Ecology, Candidate of Medical Science.

Дата поступления — 29.06.2016 г.

Дата принятия в печать — 07.09.2016 г.

**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; 12 (3): 333–338.

**Цель:** оценка безопасности наиболее популярной снековой и мучной кондитерской продукции с длительным сроком хранения и значительным содержанием жира в исследованиях на животных. **Материал и методы.** Изучалось влияние снековой продукции с различным содержанием токсичных продуктов окисления и сополимеризации не растворимых в петролейном эфире жировых компонентов на организм животных при длительном потреблении путем гематологических и гистологических методов исследования. **Результаты.** Установлено, что высокие концентрации жировых компонентов сополимеризации и окисления некоторых видов снеков и мучных кондитерских изделий с длительным сроком хранения обладают токсическим действием на организм лабораторных животных и вызывают выраженные изменения в морфологическом и биохимическом анализе крови, а также патоморфологические нарушения со стороны органов пищеварения. **Заключение.** Анализ результатов проведенных исследований доказывает необходимость санитарно-технологического обеспечения безопасности продукции с длительным сроком хранения и значительным содержанием продуктов окисления жировых компонентов.

**Ключевые слова:** санитарно-технологическая безопасность, продукция быстрого питания, снеки, продукты окисления жиров.

**Simakova IV, Eliseev YuYu, Perkel RL, Domnitsky IYu, Terentyev AA, Strizhevskaya VN, Makarova AN, Eliseeva YuV.** The sanitary-technological safety assessment of fat component in some types of snacks and confectionery with extended expiration date. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2016; 12 (3): 333–338.

**Objective:** estimation of safety of most popular snacks and flour pastry products with the extended expiration date and considerable maintenance of fat in studies in animals. **Material and Methods.** Influences of snacks products with different maintenance of toxic foods of oxidization and copolymerizing of insoluble in petroleum ether fat components on the organism of animals at the protracted consumption by the haematological and histological methods of research were studied. **Results.** It was determined that the high concentrations of fat components of copolymerizing and oxidization of some types of snacks and flour pastry wares with the protracted expiration date possessed the toxic operating on the organism of laboratory animals and caused the expressed changes in the morphological and biochemical composition of the blood test, and also pathological processes in the tissue and cells. **Conclusion.** The analysis of results of undertaken studies proved the necessity of the sanitary-technological provision of safety of products with the extended expiration date and considerable maintenance of foods with oxidization of fat components.

**Key words:** sanitary-technological safety, fast food, snacks, lipid oxidation products.

**Введение.** Возникновение новых технологий приготовления и обработки продуктов, изменение образа жизни населения, особенно в мегаполисах, привело к популяризации продуктов быстрого питания. К продуктам быстрого питания в рамках настоящей ра-

боты для удобства анализа отнесли несколько существующих сегодня товароведных групп продуктов с большой долей жирового компонента: определенный ассортимент снеков и мучных кондитерских изделий промышленного производства с длительным сроком реализации (6 месяцев и более). Как показала наша предыдущая работа [1–5], безопасность продукции быстрого питания (фаст фуд) в значительной мере

**Ответственный автор** — Елисеев Юрий Юрьевич  
Тел. (сот.): 8-919-831-50-08  
E-mail: yeliseev55@mail.ru

определяется окислительными изменениями жирового компонента, связанными с технологическими процессами не только производства, но и транспортировки, а также хранения этих продуктов на этапе обращения. Известны данные о патологических изменениях в организме при потреблении окисленных и термически окисленных жиров. Продукты разложения жиров токсичны, обладают канцерогенным действием, способностью вызывать заболевания желудочно-кишечного тракта и печени, задержку роста, раздражения кожи и слизистых оболочек [6–8].

Среднедушевое потребление продуктов быстрого питания в России достигает 13,7 кг в год, из которых на снеки приходится около 2,7 кг и 11 кг — на мучные кондитерские изделия, при этом львиную долю продаж мучных кондитерских изделий составляют различные виды печенья (до 40%).

Исходя из расчетов, что содержание жира в рассматриваемой нами категории продуктов составляет около 20%, среднедушевое потребление жирового компонента таких изделий составит примерно 2,7 кг в год. При этом возникает проблема не только технологичности, но и безопасности данной продукции при длительном потреблении. Следует заметить, что в литературе и нормативных санитарно-гигиенических и технологических документах отсутствуют сведения по вопросу физико-химических изменений жиров, накопления токсичных продуктов их разложения и, соответственно, их безопасности при длительном хранении снековой продукции с большой долей жирового компонента на этапе обращения в торговой сети.

*Цель:* оценка безопасности наиболее популярной снековой и мучной кондитерской продукции с длительным сроком хранения и значительным содержанием жира в исследованиях на животных.

**Материал и методы.** Объектами исследования выбраны наиболее популярные у потребителей индустриально производимые легкие закуски — снеки, включая снеки здорового питания, различной ценовой категории, различных производителей (в том числе сухарики, песочное печенье, крекеры, батончики-мюсли).

Выделение жира из готового продукта производили экстракционно-весовым методом по ГОСТ Р 54053–2010 «Методы определения массовой доли жира». Сущность метода заключалась в гидролизе измельченной навески исследуемого продукта 1,5%-ным раствором соляной кислоты, экстракции жира диэтиловым эфиром в приборе Сокслета, высушивании и взвешивании экстракта на лабораторных весах с абсолютной погрешностью не более  $\pm 0,2$  мг.

Жирно-кислотный состав экстрагированных жиров определяли методом газо-жидкостной хроматографии метиловых эфиров жирных кислот согласно методик, изложенных в ГОСТ Р 51483–99 и ГОСТ Р 51486–99.

Показатели безопасности экстрагированного жирового компонента, перекисное и кислотное число, определяли стандартизованными методами по ГОСТ Р 51487–99 и ГОСТ Р 52110–2003, содержание продуктов окисления, не растворимых в петролейном эфире, по методике ВНИИЖ [9].

Влияние снековой продукции на организм животных при длительном потреблении изучали путем патоморфологического, гистологического, гематологического методов исследования. Исследования на животных выполнялись на базе сертифицированного вивария, учебно-научно-технологического центра

«Ветеринарный госпиталь» и лабораторий кафедры «Морфология, патология животных и биология» Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова и велось в соответствии с соблюдением международных правил работы с экспериментальными животными (Хельсинкская декларация 1975 г., пересмотр 1983 г.). Все экспериментальные исследования выполнялись на группах белых половозрелых беспородных крыс, сформированных по методу аналогов: одной породы, одного пола, одного возраста, одной массы. Кормление животных проводилось в течение сорока дней, во время всего эксперимента крысы находились в стандартных металлических клетках (по 10 особей в каждой). До введения в рацион исследуемых продуктов животные в течение 21 дня содержались на карантине и переведены на рацион в соответствии с общепринятыми условиями содержания экспериментальных крыс в виварии. Контрольная группа крыс получала привычный для нее рацион питания, который по пищевой и энергетической ценности соответствовал физиологическим нормам и потребностям организма животных. Часть рациона опытных групп крыс заменялась сухариками и печеньем без физиологического ущерба, но с разным содержанием токсичных продуктов окисления и сополимеризации не растворимых в петролейном эфире (СНПЭ) жировых компонентов: 1,32% для сухариков, 3,65% для печенья песочного.

Вскрытие животных проводилось с подробным протоколированием и фотографированием материала в первые два часа после умерщвления. Патоморфологические изменения изучены на материале от 30 умерщвленных животных. Для гистологического исследования забирали кусочки печени и тонкого отдела кишечника. Для фиксации патологического материала использовали 10%-ный раствор нейтрального формалина.

Срезы получали на замораживающем микротоме модели 2515 (Reichert Wien), окрашивали гематоксилином Эрлиха и эозином с последующим микроскопированием. Морфологическую структуру органов изучали в 30 полях зрения микроскопа на различных гистологических срезах под разным увеличением с подробным протоколированием и фотографированием изучаемых участков. Микрофотосъемку гистологических препаратов осуществляли с использованием фотокамеры CANON Power Shot A460 IS.

Клинический анализ крови осуществляли аппаратным методом на гематологических анализаторах: PSE 90 Vet, Biochem SA (производство США).

Статистическую обработку данных по изучаемым показателям проводили с помощью прикладных пакетов статистических программ Statistica, с предварительной проверкой выборки на нормальность распределения. Так как распределение было близко к нормальному, для характеристики фактического материала использованы средняя арифметическая ( $M$ ) и ошибка средней арифметической ( $m$ ). Для оценки значимости различий использовали непарный  $t$ -критерий Стьюдента. Уровень значимости различий был принят равным  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Анализ массовой доли жира в изучаемых образцах показал, что из исследуемых продуктов песочное печенье «Аро» содержит максимальное количество жира (19,7%). Минимальное количество жира (8,5–8,6%) содержится в сухариках «Бриджтаун Фудс» и батончиках-мюсли «Fit». Жирнокислотный состав экстрагированного жирового компонента представлен в табл. 1.

Таблица 1

## Массовая доля метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот в жировой фазе исследуемых изделий, %

Компонент	Массовая доля				
	Жир, экстрагированный из изделий				
	Сухарики	Печенье песочное	Крекер	Батончик мюсли «Эго»	Батончик мюсли «Fit»
C12:0	0,1±0,1	8,5±0,1	0,2±0,1	0,8±0,1	0,6±0,1
C14:0	0,2±0,4	3,3±0,3	1,3±0,1	1,3±0,1	0,9±0,1
C16:0	10,7±0,2	34,1±0,2	41,4±0,2	49,7±0,2	37,6±0,2
C18:0	4,8±0,4	4,5±0,3	4,5±0,1	7,6±0,1	4,9±0,1
C18:1	27,0±0,1	36,4±0,1	41,1±0,3	31,9±0,2	40,8±0,2
C18:2	53,2±0,1	10,9±0,1	11,5±0,1	8,7±0,1	15,2±0,1

Таблица 2

## Результаты физико-химических исследований жирового компонента

Наименование изделия	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, мэкв активного кислорода/кг	Содержание сополимеров, %
Крекер «TUC» (Германия)	0,70	1,20	0,70
Сухарики С-ЗАО «Бриджтаун Фудс» (Россия)	0,79	6,60	1,32
Печенье песочное «Аро» (Россия)	0,41	3,50	3,65
Батончик «Эго» мюсли с вишней (Словакия)	1,90	1,40	1,20
Батончик мюсли «Fit» сочный (Чешская Республика)	2,6	4,20	2,10

По соотношению основных жирных кислот (пальмитиновой (C16:0), олеиновой (C18:1), линолевой (C18:2)) установлено, что при изготовлении данных изделий используются растительные масла, в основном пальмовое и подсолнечное, и их смеси.

Исследование безопасности жирового компонента, экстрагированного из продукции, проводили на начальном этапе ее реализации в торговле-розничной сети без нарушения сроков хранения (на 1–3-м месяце хранения).

Проведенными исследованиями выявлено, что содержание гидропероксидов в жировом компоненте изучаемой продукции не превышало установленных нормативных величин и колебалось от 1,2 мэкв активного кислорода/кг в крекере «TUC» производства Германии, до 6,6 в сухариках С-ЗАО «Бриджтаун Фудс» (Россия). Полученные результаты представлены в табл. 2.

Вместе с тем вся остальная анализируемая нами продукция, за исключением песочного печенья «Аро» (Россия), отличалась нестандартным, высоким содержанием кислотного числа жирового компонента, свидетельствующим о накоплении свободных жирных кислот. При этом наиболее интенсивное накопление свободных жирных кислот происходило в жировом компоненте батончиков мюсли с вишней «Эго» (Словакия) — до 1,9 мг КОН/г и батончиков мюсли «Fit сочный» (Чешская Республика) — 2,6 мг КОН/г, рекомендованных для здорового питания.

Учитывая полученные результаты физико-химических исследований, дальнейшее изучение безопасности жирового компонента современных снековых продуктов представляло особый научный интерес. Важно отметить, что в должной мере этот вопрос не отражен в существующей нормативной и законодательной документации. С этой целью исследован уровень токсического воздействия высокой концен-

трации компонентов продуктов окисления опытных образцов исследуемой снековой продукции на организм лабораторных животных при длительном потреблении на фоне сбалансированного рациона по основным макро- и микроэлементам пищи. Опытные группы были представлены животными, получавшими привычный полноценный рацион питания с включением песочного печенья с 3,65%-ной концентрацией СНПЭ (первая группа); или тот же рацион, но с включением сухариков, где концентрация СНПЭ достигала 1,32% (вторая группа). Контрольная группа белых крыс в течение всего срока наблюдения получала стандартный полноценный рацион питания.

Проведенными токсикологическими исследованиями установлено следующее. В ходе визуального наблюдения за животными отмечено ухудшение внешнего вида волосяного покрова, агрессивность в поведении животных опытных групп уже к середине эксперимента, которая сменилась пассивностью и апатичностью к концу кормления изучаемой продукцией.

Результаты общего анализа крови крыс контрольной и опытных групп приведены в табл. 3.

Гематологическими исследованиями обнаружены достоверные отклонения по всем исследуемым показателям общего и биохимического анализа крови крыс, получавших продукты с высоким содержанием компонентов сополимеризации и окисления, в сравнении с животными, находящимися на стандартном рационе питания. Так, в крови лабораторных животных опытных групп отмечались явления анемии, сопровождающиеся достоверным снижением уровня гемоглобина, цветного показателя и содержания эритроцитов и лейкоцитов. При этом более низкие концентрации названных показателей были в крови крыс первой опытной группы, получавшей полноценный рацион с включением наиболее высокого про-

Результаты гематологического исследования

Показатели	Крыса белая (нормограмма)		Контрольная группа (n=10)	Опытная группа №1 (печень с содержанием СНПЭ 3,65%) (n=10)	Опытная группа №2 (сухарики с содержанием СНПЭ 1,32%) (n=10)
	средние	пределы колебаний			
Гемоглобин, г/л	150	130-170	145,2±8,4	49,3±7,2*	82,0±8,3*
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /дм <sup>3</sup>	7,5	5,5-11,0	7,6±0,6	2,8±0,8*	4,4±1,2*
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	10,5	8,0-23,0	14,6±1,5	3,3±1,1*	3,4±0,8*
Эозинофилы, %	3,0	1,0-5,0	3,0±0,4	10±0,7*	12±1,3*
Цветный показатель	0,8	0,6-0,9	0,9±0,1	0,6±0,2*	0,6±0,2*
Билирубин общий, мкмоль/л	2,9	0,7-6,5	5,1±1,2	16,5±1,8*	14,5±2,3*
Холестерин, моль/л	2,5	1,2-2,9	2,5±0,7	8,6±0,3*	8,6±0,3*
Креатинин, моль/л	95,0	65,0-115,0	95,0±8,8	73,0±8,2	83,7±9,7

Примечание: \* – результаты достоверные (P<0,05) в сравнении с контролем.

центного содержания компонентов СНПЭ. Уровень гемоглобина в данной анализируемой группе составлял 49,3±7,2 г/л, эритроцитов 2,8±0,8×10<sup>12</sup>/дм<sup>3</sup>, лейкоцитов 3,3±1,1×10<sup>9</sup>/дм<sup>3</sup>, цветный показатель 0,6±0,2, что было достоверно ниже, чем в контрольной группе лабораторных животных. Напротив, уровень эозинофилов в обеих опытных группах крыс был достоверно выше, чем в контрольной, и достигал концентрации 10±0,7% в первой группе и 12±1,3% во второй. Высокая лейкоцитопения и эозинофилия в крови экспериментальных крыс, видимо, заключалась в токсическом воздействии окисленных продуктов. Важным признаком, указывающим на процессы гемолиза в крови опытных животных, являлось достоверное в сравнении с контролем увеличение содержания общего гемоглобина, достигающее величин 16,5±1,8 мкмоль/л в первой и 14,5±2,3 мкмоль/л во второй экспериментальной группе. Достоверное увеличение содержания холестерина в крови опытных животных, получавших высокие концентрации компонентов СНПЭ, достигавшее величины 8,6±0,3 моль/дм<sup>3</sup> в обеих исследуемых группах (2,5±0,7 моль/дм<sup>3</sup> в контроле), указывало на стимуляцию синтеза липидов в крови экспериментальных крыс. Некоторое снижение уровня креатинина в крови опытных групп лабораторных животных (P>0,05) можно связать с изменением характера питания, а именно состава стандартной диеты. Наличие лейкопении и, напротив, высокого уровня билирубина в крови крыс может указывать на развитие патологического гепатотоксического процесса в печени экспериментальных групп животных.

Для подтверждения выводов, сделанных на основании результатов общего и биохимического анализа крови, дополнительно проводили гистологические исследования органов и тканей, полученных после вскрытия крыс каждой исследуемой группы. Особое внимание в данных исследованиях было обращено на состояние органов пищеварения представителей опытных и контрольной групп крыс. Гистологическое исследование печени и тонкого кишечника в контрольной группе животных не выявило патологических изменений внутренних органов. Напротив, при проведении патологоанатомического исследования состояния органов пищеварения крыс из экспериментальных групп установлены выраженные негативные изменения в печени и тонком кишечнике животных. Так, в опытной группе крыс, в рацион ко-

торых включалось печенье, зафиксирована очаговая зернистая дистрофия и гиперемия печени; в группе крыс, потреблявшей сухарики, обнаружена очаговая зернистая дистрофия печени. Со стороны тонкого отдела кишечника крыс обеих экспериментальных групп отмечались явления катарального энтерита, сопровождаемые отеком, лимфоидной инфильтрацией стенки с последующим развитием слизистой дистрофии железистого эпителия (рис. 1–3).

**Обсуждение.** В исследованиях основное внимание было обращено на пищевые жиры как ведущий функционально-технологический компонент снеков и мучных кондитерских изделий, обеспечивающий, с одной стороны, их вкусовые и энергетические свойства, а с другой — подвергающийся окислительной трансформации с образованием соединений, опасность для здоровья которых требует дополнительно изучения.

Следует отметить, что жирно-кислотный состав исследованной продукции не соответствует рекомендациям Роспотребнадзора для здорового питания [10], не отличается физиологической полноценностью из-за достаточно высокого содержания насыщенных жирных кислот, особенно в крекере и батончиках здорового питания. Так, содержание массовой доли пальмитиновой жирной кислоты (С16:0) в крекере достигало 41,4±0,2%, а в батончиках мюсли «Fit» и «Эго» соответственно 37,6±0,2 и 49,7±0,2%.

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078–01 и ТР ТС 024/2011 безопасность жирового компонента изучаемой продукции определяется содержанием пероксидов (не более 10 мэкв/кг) и свободных жирных кислот (СЖК) не более 0,6 мг КОН/г. Безопасность жиров, используемых для жарки продуктов во фритюре, определяют по содержанию вторичных продуктов сополимеризации и окисления, не растворимых в петролейном эфире (СНПЭ), не более 1% от массы жира в соответствии с СанПиН 2.3.6.959–00 и СП 2.3.6.1079–01. Кроме того, предложено оперативный контроль безопасности фритюрных жиров в производственных условиях осуществлять с использованием специальных индикаторных полосок, изменяющих цвет при достижении кислотного числа 2,0 мг КОН/г (Методические рекомендации Госсанэпидслужбы № 17 ФЦ/4097 от 31.12.2004).

В результате проведенных нами исследований выявлено, что особое опасение вызывает концентрация СНПЭ во всей анализируемой продукции



Рис. 1. Печень. Периваскулярные отеки. ГЭх50

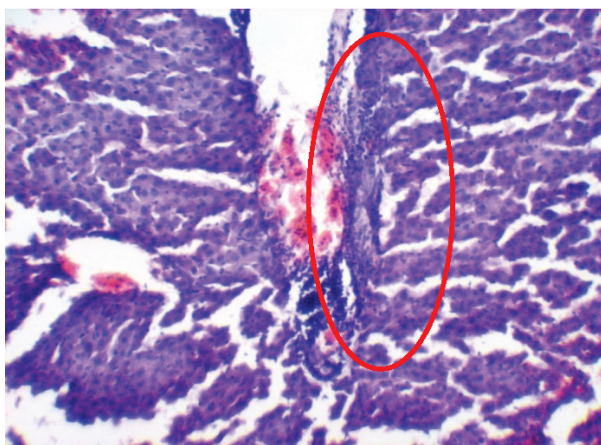


Рис. 2. Печень. Периваскулярная лимфоидная инфильтрация. ГЭх150

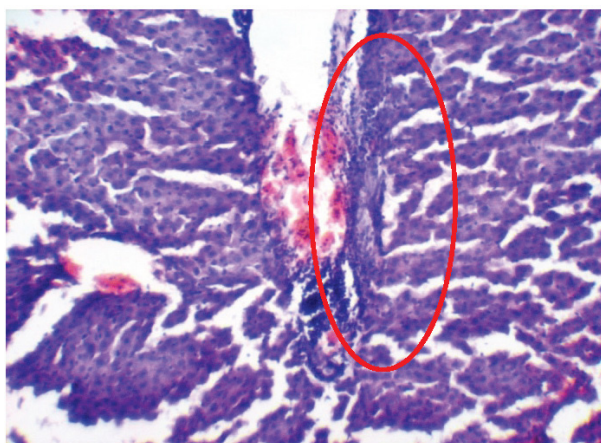


Рис. 3. Печень. Периваскулярная лимфоидная инфильтрация. ГЭх150

быстрого питания (за исключением крекера «TUC» (Германия) с содержанием сополимеров 0,7%), превосходящая в 1,2–3,6 раза норму, установленную даже для фритюрных жиров, претерпевающих длительную термическую обработку. Наибольшее количество сополимеров отмечалось в сухариках С-3АО «Бриджтаун Фудс» (Россия) — 1,32%, батончиках

мюсли «Fit сочный» (Чешская Республика) — 2,1% и печенье песочном «Аро» (Россия) — 3,65%. Такое высокое содержание продуктов окисления недопустимо для жирового компонента продукции питания, особенно для продукции здорового питания. Данное положение нашло полное подтверждение в проведенных нами санитарно-токсикологических, гематологических, биохимических и патоморфологических исследованиях на лабораторных животных. Наиболее существенные изменения в показателях общего и биохимического состава крови, а также патоморфологические нарушения со стороны внутренних органов пищеварения отмечались у экспериментальных крыс, получавших полноценный рацион питания, дополненный включением песочного печенья с 3,65%-ной концентрацией СНПЭ.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости оптимизации технологического подхода к производству таких изделий с целью ингибирования окислительных процессов на этапе хранения продукции, а также введения мероприятий по совершенствованию санитарно-профилактического надзора за контролем технологии производства, условий и сроков хранения продукции с высоким содержанием компонентов окисленных жиров.

#### Выводы:

1. Высокие концентрации жировых компонентов сополимеризации и окисления некоторых видов снеков и мучных кондитерских изделий с длительным сроком хранения обладают выраженным токсическим действием на организм лабораторных животных.

2. Наиболее выраженные изменения в организме белых крыс (общий и биохимический анализ крови, патоморфологические нарушения со стороны органов пищеварения) регистрировались у животных, получавших продукты с полноценным рационом питания, дополненным включением песочного печенья с 3,65%-ной концентрацией СНПЭ.

3. Патологическое воздействие, оказываемое на организм лабораторных животных токсичными продуктами окисления жиров, обуславливает необходимость не только по-новому осознать важность проблемы контроля технологического процесса производства, но и пересмотреть санитарно-гигиеническую и уточнить нормативно-техническую документацию с точки зрения безопасности содержания токсичных компонентов в снековой и мучной кондитерской продукции.

**Конфликт интересов** не заявляется.

**Авторский вклад:** концепция и дизайн исследования — И.В. Симакова, Ю.Ю. Елисеев, Р.Л. Перкель, И.Ю. Домницкий; получение и обработка данных — А. А Терентьев, В. Н. Стрижевская, А. Н. Макарова, Ю. В. Елисеева; анализ и интерпретация результатов — И. В. Симакова, Ю. Ю. Елисеев, Р. Л. Перкель, И. Ю. Домницкий; написание статьи — И. В. Симакова; утверждение рукописи для публикации — И. В. Симакова, Ю. Ю. Елисеев.

#### References (Литература)

1. Simakova IV, Perkel RL. Influence of deep frying fats on the blood of experimental animals. In: Theoretical and Applied Aspects of Food Technology Development and Catering Arrangement: Collection of scientific papers. SPbTEU, 2009; p. 42–47. Russian (Симакова И.В., Перкель Р.Л. Воздействие фритюрных жиров на состав крови подопытных животных. В кн.: Теоретические и прикладные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания: сб. науч. трудов. СПбТЭИ, 2009; с. 42–47).

2. Simakova IV. Modeling of the body of toxic oxidation products of frying fat in the clinical experiment on animals. *Problems of economy and management in commerce and industry* 2014; 4 (8): 49–53. Russian (Симакова И.В. Моделирование влияния на организм токсичных продуктов окисления фритюрного жира в клиническом эксперименте на животных. *Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности* 2014; 4 (8): 49–53).
3. Makarova AN, Simakova IV, Perkel RL. Study of the influence of snacks and pastry on a human body during their long-term consumption by clinical blood analysis. *Technology and Merchandising of Innovative Food Products* 2011; 3 (8): 67–74. Russian (Макарова А.Н., Симакова И.В., Перкель Р.Л. Исследование влияния на организм закусовых и сдобных мучных кондитерских изделий при их длительном потреблении по клиническому анализу крови. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов* 2011; 3 (8): 67–74).
4. Makarova AN. Study of fat component in snacks and pastry during storage: PhD abstract. Orel, 2011; 22 p. Russian (Макарова А.Н. Исследование жирового компонента снеков и мучных кондитерских изделий в процессе хранения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. ОREL, 2011; 22 с.).
5. Nosova AS. Improvement of fat quality for deep-fried foods production: PhD abstract. Orel, 2013; 23 p. Russian (Носова А.С. Повышение качества жира для производства фритюрной продукции: автореф. дис. ... канд. техн. наук. ОREL, 2013; 23 с.).
6. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Karpenko EV, et al. The impact of the new low-cholesterol meat and plant product on simulated correction of lipid metabolism in rats. *Problems of Nutrition* 2015; (1): 80–88. Russian (Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Карпенко Е.В. и др. Влияние нового низкохолестероинового мясорастительного продукта на коррекцию моделированных нарушений липидного обмена у крыс. *Вопросы питания* 2015; (1): 80–88).
7. Sanders T. Toxicological considerations in oxidative rancidity of animal fats. *Food Sci and Technol Today* 1987; 1 (3): 162–164.
8. Markaverich BM. Leukotoxinsdiels from ground corn cob bedding disrupt estrus cyclicity in rats and stimulate MCF-7 breast cancer cells proliferation. *Environ Health Persp* 2005; 113: 1698–1704.
9. Rzhekhin VP, Sergeev AG, eds. Determination of content of acid isomers with conjugated bonds in oxidated, bleached, and deodorized oils: Guide on Research Methods, Technochemical Control, and Production Records in Oil-and-fat Industry. Leningrad: VNIIZH, 1967; 1 (2): 1007 p. Russian (Определение суммарного содержания продуктов окисления, не растворимых в петролейном эфире: руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Под общ. ред. В.П. Ржехины, А.Г. Сергеева. Л.: ВНИИЖ, 1967; 1 (2):1007с.).
10. Methodological recommendations MR 2.3.1.2432–08. Norms of physiological needs in energy and nutrients for different population groups of the Russian Federation. Section 3.2.1. Sensible nutrition. [http://www.uprobraz.3dn.ru/doc/normativno-tekhnicheskaja\\_dokumentacija.rar](http://www.uprobraz.3dn.ru/doc/normativno-tekhnicheskaja_dokumentacija.rar)