

Мониторинг качества и безопасности продовольственного сырья и продуктов питания показывает, что неоправданно и без достаточных оснований расширена номенклатура продукции, включающей такие растительные жиры, как пальмовое масло.

В практике в настоящее время применяются недостаточно совершенные аналитические методы, с помощью которых можно идентифицировать и количественно определить все компоненты жидких и твердых растительных жиров.

Задача проверки и подтверждения качества и подлинности огромной номенклатуры продукции является несомненно важной и актуальной.

По инициативе РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» проведен ряд исследований по воздействию пальмового масла на систему антиоксидантной защиты, структурно-функциональное состояние органов висцеральной сферы и когнитивные функции экспериментальных животных.

Полученные на большой выборке экспериментальных животных данные свидетельствуют о ярко выраженных побочных эффектах систематического приема пальмового масла, что проявляется в развитии окислительного стресса, падении детоксикационной функции печени, антиоксидантного потенциала и развитии синдрома блокады метаболизма, а именно, предболезненного состояния, способствующего накоплению продуктов окисления насыщенных жирных кислот в организме; развитию жировой дистрофии печени с увеличением в крови патогенных белково-липидных комплексов, способствующих развитию атеросклероза; снижении репродуктивного потенциала животных; прогрессировании нарушений функций нервной системы, в первую очередь, тех отделов головного мозга, которые отвечают за регуляцию поведения, обучения, запоминания.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОБОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ ПАЛЬМОВОГО МАСЛА

**ГНУ «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*В. А. Кульчицкий, член-корр. НАН Беларуси, доктор медицинских наук,
профессор, заместитель директора по научной работе*

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*З. В. Ловкис, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корр.
НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор*

**ГП «Институт биохимии биологически активных соединений
Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*А. Г. Мойсеенок, член-корр. НАН Беларуси,
доктор биологических наук, профессор*

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*Е. М. Моргунова, кандидат технических наук, доцент, заместитель
генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания*

Интеграция Республики Беларусь в мировую экономику во многом определяется степенью конкурентоспособности белорусской продукции на рынке, которая, в свою очередь, обеспечи-

вается соответствием продукции требованиям международных стандартов, Директив и Регламентов Европейского и Таможенного союза.

Важнейшей задачей государства является защита прав потребителей на получение достоверной и исчерпывающей информации о сырье, использованном при изготовлении продукции, о технологическом процессе, об условиях хранения, сроке годности.

В условиях рыночной экономики и импортозамещения неуклонно растет ассортимент продовольственного сырья и пищевой продукции, в том числе масложировой и кондитерской. В настоящее время производится огромное количество различных полуфабрикатов и готовой продукции, при изготовлении которых используются различные растительные масла – это прежде всего пальмовое масло (ПМ) и другие растительные жиры.

Анализ состава продуктов питания показывает, что неоправданно и без достаточных оснований расширена номенклатура продукции, включающей такие растительные жиры, как пальмовое масло.

В практике в настоящее время применяются недостаточно совершенные аналитические методы, с помощью которых можно идентифицировать и количественно определить все компоненты жидких и твердых растительных жиров.

Задача проверки и подтверждения качества и подлинности огромной номенклатуры продукции, является несомненно актуальной. В Республике Беларусь разработана система контроля качества изделий, включающая в себя как технические нормативно-правовые акты, регламентирующие требования к продукции, так и большой спектр ТНПА, устанавливающих методы контроля различных показателей. Однако реально действующие в настоящее время методы контроля продукции, не в полной мере позволяют достоверно определять ее подлинность, так как базируются на аналитическом определении косвенных, обобщенных показателей продукции, не характеризующих ее фактический поликомпонентный состав.

Пальмовое масло изготавливается из мякоти плодов масленичной пальмы. В настоящее время это растительное масло используется в пищевой промышленности Республики Беларусь для выпечки, производстве кондитерских изделий, масложировой и хлебопекарной продукции. В хлебопекарной промышленности по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь объем использования пальмового масла относительно небольшой и составил 1,168 т за 2010–2014 гг.; в кондитерской промышленности при производстве мучных кондитерских изделий за этот период – 223,1 т; в масложировой – 6380,7 т (по данным концерна «Белгоспищепром»).

Использование ПМ в пищевой промышленности обусловлено его физико-химическими свойствами, обеспечивающими способность оставаться в твердом и полутвердом состоянии при комнатной температуре в отличие от большинства масел растительного происхождения. Эти свойства ПМ и позволили производителям рассматривать его как естественный заменитель частично гидрогенизированных растительных жиров (ГРМ). Известно, что ГРМ содержат высокие уровни трансизомеров жирных кислот, которые, как показывают многочисленные исследования, вызывают неблагоприятные последствия для здоровья, связанные с повышенным риском развития ишемической болезни сердца и ряда других заболеваний [1–4].

Пальмовое масло отличается от других растительных масел высоким содержанием насыщенных жирных кислот (НЖК), которые составляют примерно половину общего содержания жира [5]. Именно потребление НЖК в большом количестве способствует сердечно-сосудистой патологии и проявлению заболеваний сердца и сосудов. Главной НЖК пальмового масла является пальмитиновая кислота, составляющая 41–47 % – это основная жирная кислота, встречающаяся в продуктах животного происхождения и овощах, также она является основным компонентом жиров грудного молока [5] (именно замену грудного молока пальмовым маслом, в связи с высоким содержанием пальмитиновой кислоты, обосновывают производители детских смесей).

Согласно данным международного эксперта – детского гастроэнтеролога, научного советника Национального института здоровья детей Перу, доктора медицины Педро Аларкони [6] пальмитиновая кислота из пальмового масла хуже усваивается в кишечнике младенца по сравнению с кислотой из грудного молока. Это связано с тем, что пальмитиновая кислота из пальмового масла под воздействием ферментов отщепляется и остается в кишечнике в свободной форме, в последующем связывается с кальцием, образуя нерастворимые соединения (мыла). Есть основания полагать, что

у детей, которых кормят смесями с пальмовым маслом, усваивается меньше жиров и кальция. Это может негативно отразиться на формировании костно-мышечной системы и зубов, косвенные доказательства получены при изучении усвоения кальция из детских смесей, не содержащих пальмовое масло, оно оказалось на 53 % выше, чем из смесей, содержащих пальмовое масло. Кроме того, пальмовое масло образует нерастворимые соединения (мыла), которые придают стулу младенца более плотную консистенцию, дефекация происходит реже. Это способствует запорам, а также создает предпосылки желудочно-кишечным расстройствам, т. е. нарушается пищеварение ребенка и соответственно правильное усвоение питательных веществ [6], его нормальный рост и развитие.

Именно высокое содержание насыщенных жирных кислот в ПМ вызывает в научном сообществе главный вопрос – является ли пальмовое масло потенциально нездоровым продуктом?

Связь между насыщенными жирными кислотами и риском сердечно-сосудистых заболеваний была выявлена уже в первых исследованиях Анселя Кейса, известных как «исследования семи стран», которое началось в 1950 годах и продолжилось более 20 лет [7-9]. Результаты подтвердили, что повышение доли насыщенных жиров были самыми значимыми показателями для возможного возникновения болезней сердца, в то время как мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты выполняли защитные функции [9].

Исследования Фершурена [10] впоследствии привели к «липидной теории», выявившей линейную связь между уровнями холестерина и смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний – риск повышается на 12 % при увеличении общего холестерина в крови на 20 мг/дл. Именно рацион с высоким содержанием насыщенных жирных кислот влечет за собой увеличение сывороточного холестерина, который и повышает риск сердечно-сосудистых заболеваний. Далее два систематических обзора [11-12] показали, что наиболее благоприятный липопротеиновый профиль для сохранения здоровья достигается, когда насыщенные жирные кислоты заменяются ненасыщенными жирными кислотами. Это классическая теория атеросклероза в настоящее время дополнена ролью системного воспаления и в этом случае потенциально защитными факторами остаются полиненасыщенные жирные кислоты.

Всемирная организация здравоохранения официально рекомендовала уменьшить употребление пальмового масла из-за высокого содержания насыщенных жирных кислот как одного из факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний (ВОЗ, 2003).

За последнее десятилетие производство ПМ выросло настолько, что оно стало самым потребляемым в мире, что вызвало необходимость доклинических исследований при его употреблении.

По инициативе РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» в 2013 г. совместно с ГП «Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси» начаты исследования по воздействию пальмового масла на систему антиоксидантной защиты и обмен НЖК у экспериментальных животных.

В этих экспериментах срок наблюдения составил 1 мес., белые крысы линии Вистар ежедневно получали дополнительно к стандартному рациону 5 % рапсового масла; 5-10 % пальмового масла. Получены данные по изменению содержания жирных кислот (ЖК, мг/г ткани) в печени крыс-самцов при добавлении к стандартному рациону рапсового и пальмового масла.

С высокой долей вероятности (95 %) можно констатировать о нарастании в печени экспериментальных животных содержания насыщенных жирных кислот и снижении моно- и полиненасыщенных жирных кислот по сравнению с животными, получавшими эквивалентное количество рапсового масла (табл. 1).

Данные по влиянию добавок пальмового и рапсового масла к стандартному рациону на изменение показателей окислительно-восстановительного потенциала у экспериментальных животных представлены на рис. 1-3.

Установлено, что в результате 4-х недельного потребления пальмового масла у подопытных животных (с долей вероятности 95 %) наблюдаются проявления окислительного стресса, накопление атерогенных факторов крови, снижение антиоксидантного потенциала.

В печени экспериментальных животных при субхроническом назначении пальмового масла снижается детоксикационный потенциал и развивается синдром «секвестирования» (тестирование уровня ацил-кофермент А производных), подтверждающий аккумуляцию продуктов метаболизма пальмового масла во внутренних органах, в частности в печени.

Таблица 1. Содержание жирных кислот (ЖК, мг/г ткани) в печени крыс-самцов при добавлении к корму рапсового и пальмового масла, (M±SD)

Жирная кислота	Контроль	Рапсовое масло	Пальмовое масло
Насыщенные ЖК			
C16:0 (пальмитиновая)	7,605±1,214	5,813±0,841*	7,858±1,293 [#]
C18:0 (стеариновая)	6,159±0,753	5,429±0,683*	6,749±0,557 [#]
C22:0 (бегеновая)	0,133±0,028	0,119±0,016	0,148±0,013 [#]
C23:0 (трикозановая)	0,108±0,013	0,067±0,006*	0,114±0,019 [#]
C24:0 (лигноцериновая)	0,356±0,053	0,268±0,042*	0,366±0,044 [#]
Мононенасыщенные ЖК			
C16:1n9 (пальмитоолеиновая)	0,108±0,057	0,196±0,056*	0,084±0,027 [#]
C18:1n9 (олеиновая)	3,107±0,862	4,819±1,505*	3,830±0,879
C18:1n7 (петроселеновая)	0,963±0,149	0,846±0,151	0,615±0,124* [#]
Полиненасыщенные ЖК			
C18:2n6 (линолевая)	4,412±0,722	5,750±1,253*	4,732±0,638 [#]
C18:3n3 (альфа-линоленовая)	0,100±0,035	0,285±0,080*	0,076±0,024 [#]
C20:5n3 (эйкозопентаеновая)	0,076±0,024	0,141±0,045*	0,050±0,012* [#]

Примечание: * – p<0,05 по отношению к контролю; # – p<0,05 по отношению к группе «рапсовое масло».

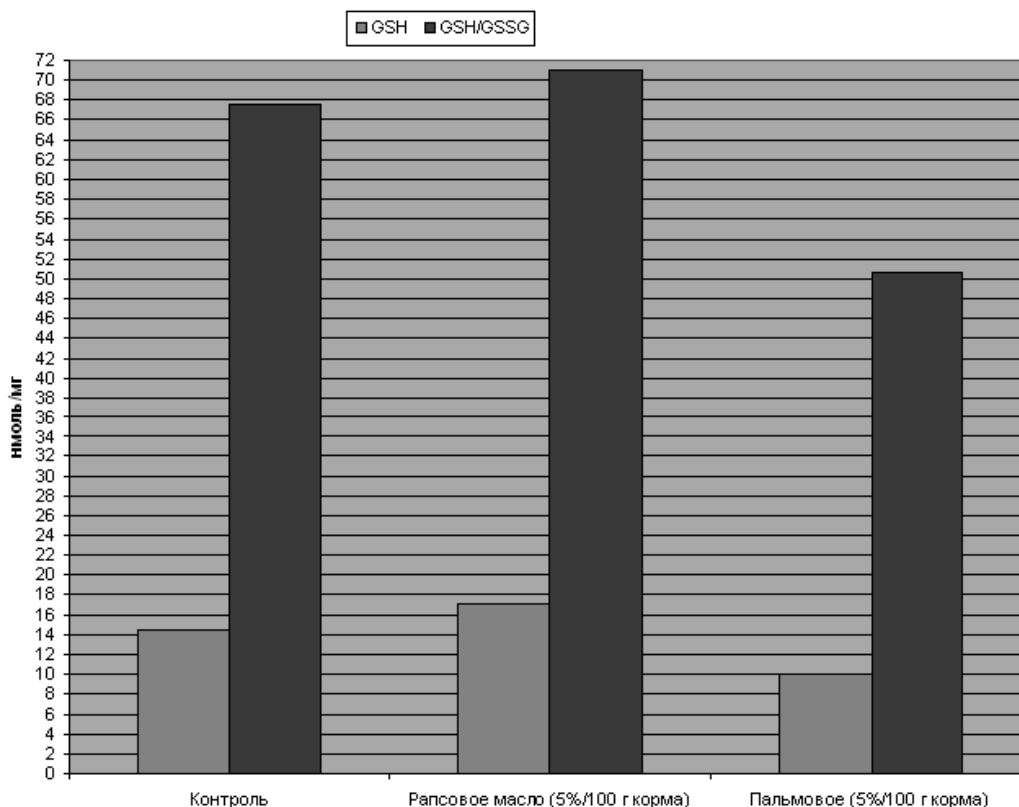


Рис. 1. Показатели редокс-статуса глутатиона в печени белых крыс-самок при добавлении к рациону рапсового и пальмового масла (M±SD, n=10)

самцы

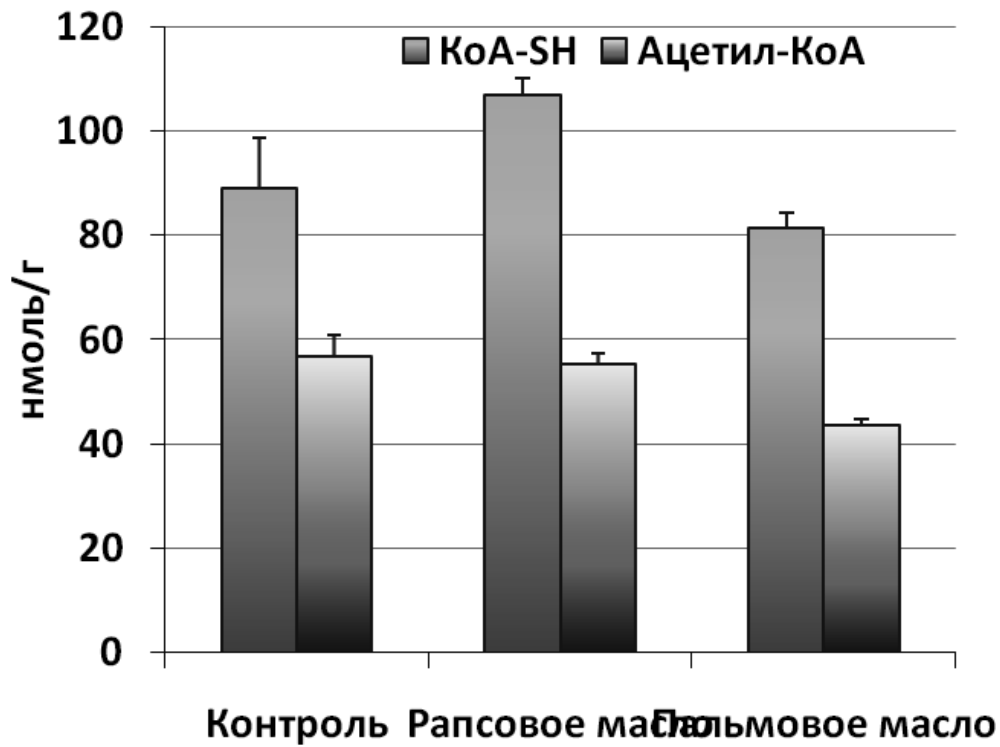


Рис. 2. Содержание КоА-SH в печени животных (нмоль/г ткани)

самки

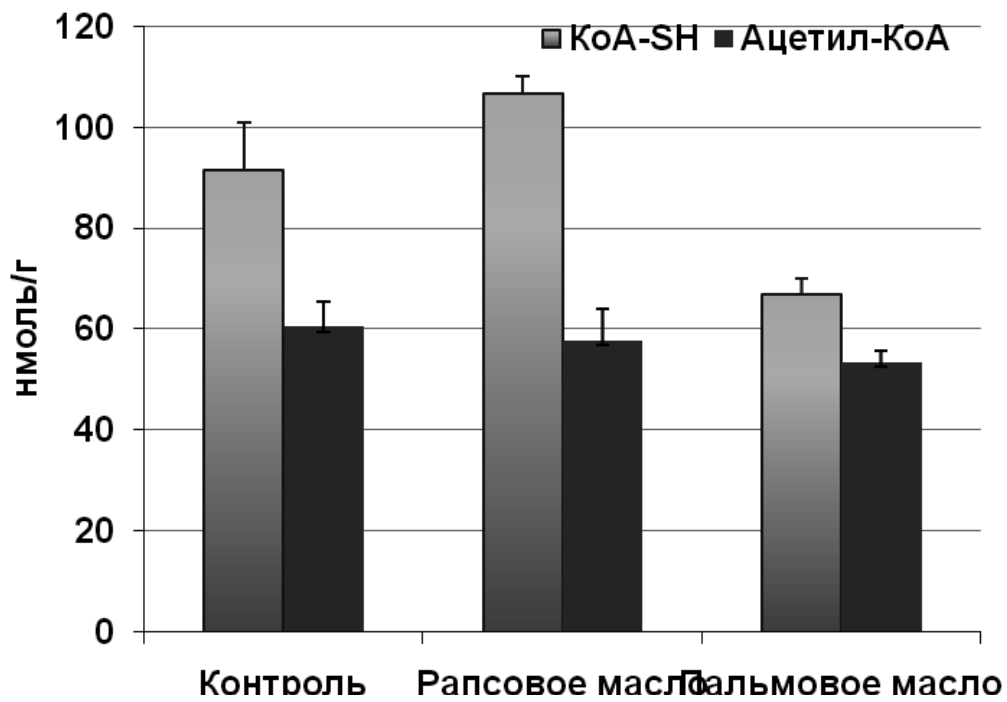


Рис. 3. Содержание ацетил-КоА в печени животных (нмоль/г ткани)

Указанные результаты свидетельствуют о нарушении метаболических систем организма вследствие изменения спектра потребляемых ЖК и падения антиоксидантной функции печени. Вероятно, судя по изменению системы глутатиона, модулируется редокс-сигнальный потенциал клеток и их энергетическое обеспечение.

Таким образом, в результате проведенных исследований по воздействию пальмового масла на систему антиоксидантной защиты и обмен у экспериментальных животных впервые установлено нарушение спектра жирнокислотного состава печени со снижением моно- и полиненасыщенных жирных кислот, развитие окислительного стресса и, фактически, проатерогенного состояния. Потребление пальмового масла в количестве, соответствующем физиологической дозе жиров в питании млекопитающих, приводит к падению детоксикационной функции печени, антиоксидантного потенциала и развитию синдрома блокады метаболизма («секвестирования кофермента А»), т. е. предболезненного состояния, способствующего накоплению продуктов окисления насыщенных жирных кислот в организме.

На базе ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси» в 2015 г. продолжены экспериментальные исследования по влиянию дозированных добавок пальмового масла в рационе экспериментальных животных на структурно-функциональное состояние органов висцеральной сферы (печень, поджелудочная железа, половые железы) и когнитивных функций.

Срок наблюдения составлял 3 мес. 180 белых крыс получали ежедневно стандартный рацион и дополнительные добавки: 15 % сливочного масла или 15 % пальмового масла, или 15 % смеси пальмового и сливочного масел (1:1), или 15 % саломаса.

Еженедельно определяли индекс массы тела подопытных животных, оценивали координацию движений и мышечную силу, ежемесячно осуществляли оценку поведенческой и двигательной активности крыс в приподнятом крестообразном лабиринте, состояние и индекс массы органов (сердце, легкие, селезенка, головной мозг, печень, почки).

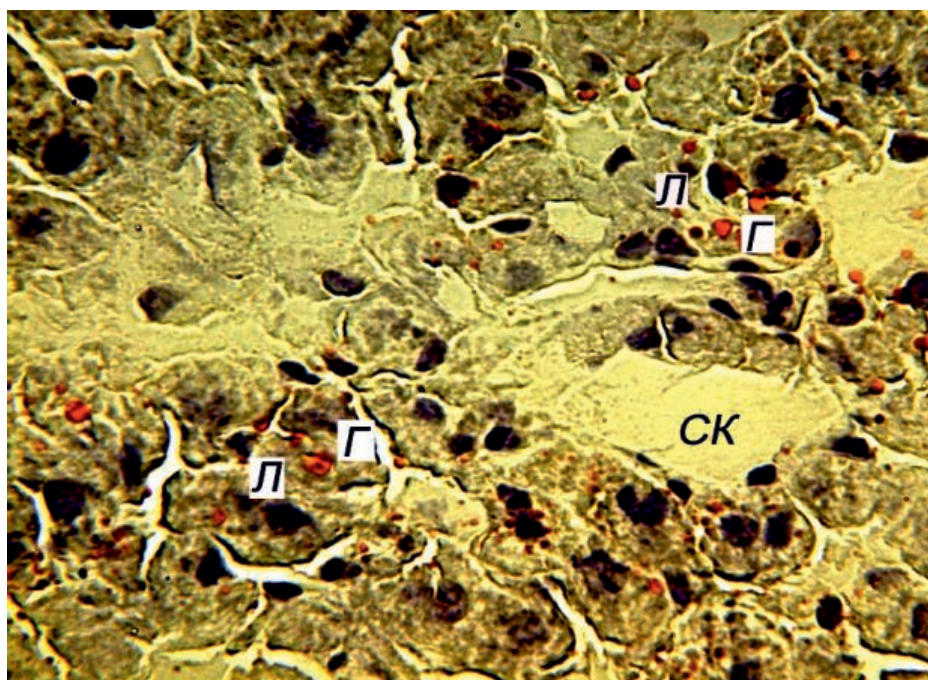
В результате проведенных экспериментов отмечено, что дозированные добавки всех исследуемых масложировых продуктов не отражались на индексах общей массы тела крыс. Однако обнаружено увеличение индексов массы печени и почек через 1 мес. после ежедневного потребления добавки в стандартный рацион крыс 15 % пальмового масла, кроме этого отмечено снижение индекса массы головного мозга. Увеличение индекса массы почек и уровня общего белка в группах крыс, получавших пальмовое масло, что свидетельствует о нарушении белкового обмена.

Анализ биохимических показателей выявил следующие нарушения: снижение уровня глюкозы в группах, употреблявших в течение 1 мес. пальмовое масло, смесь сливочного и пальмового масел и саломаса. Добавки пальмового масла сопровождаются возрастанием уровня общего холестерина и атерогенных липопротеидов низкой плотности, что является как указывалось выше, одним из факторов развития атеросклероза. Наибольший прирост индекса атерогенности наблюдается при добавках пальмового масла в сравнении с контрольной группой. Гистологические исследования печени и поджелудочной железы позволили установить серьезные морфологические изменения (рис. 4, б): прием пальмового масла по сравнению с контролем сопровождался мелко- и среднекапельной жировой дистрофией печени – липидные включения выявляются в цитоплазме гепатоцитов, часто смещая ядро к периферии печеночной клетки. Незначительные скопления липидных включений выявляются в области синусоидных капилляров и желчных протоков. Липидные капли выявляются не только внутри печеночных клеток, но и за их пределами – в области синусоидных капилляров и желчных протоков печени. Гигантские липидные капли выявляются вне популяций печеночных клеток – в синусоидных капиллярах, порой полностью заполняя их просвет, а также в протоках желчных капилляров. Мелко- и среднекапельные липидные включения выявляются в перисинусоидальном пространстве синусоидных капилляров печени.

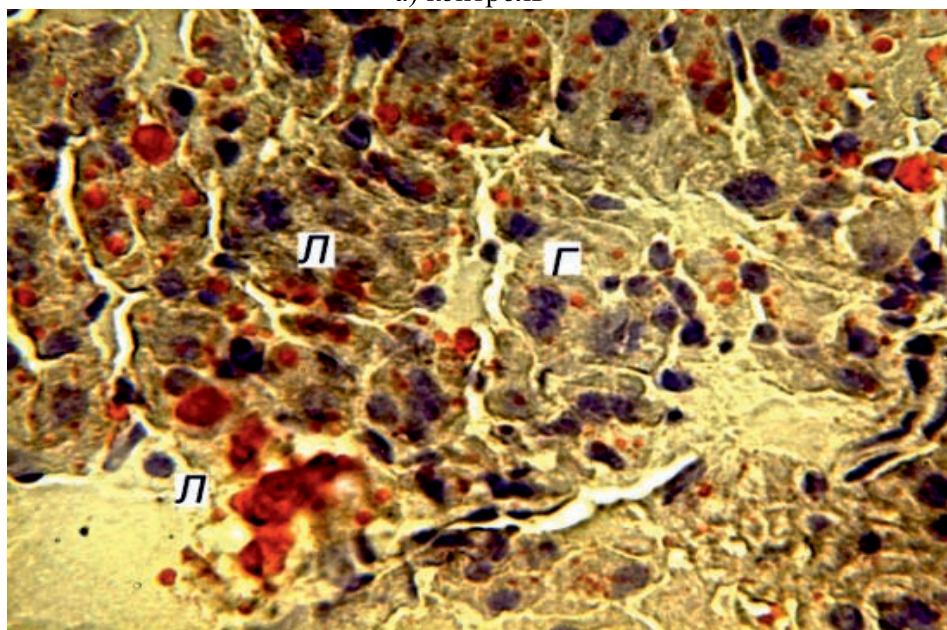
Таким образом, добавление в стандартный рацион питания крыс пальмового масла приводит к развитию деструктивных процессов в органах и тканях. В частности, в печени эксперимен-

тальных животных развивается алиментарная жировая инфильтрация и дистрофия. Наиболее выраженные признаки алиментарной дистрофии печени отмечены при употреблении пальмового масла.

Отсутствие феномена снижения общей и исследовательской активности при повторном измерении у животных, получавших измененный рацион питания, говорит о развитии тревожных реакций. Отмечено, что наибольшее количество новорожденных и жизнеспособных детенышей отмечено у крыс, потреблявших сливочное масло. Наименьшее количество новорожденных отмечено у особей, потреблявших пальмовое масло (рис. 5).



а) контроль



б) пальмовое масло

Рис. 4. Структурная организация печени крыс. Окраска суданом III. Ув. 400.

Г – гепатоцит; СК – внутريدольковые синусоидные капилляры;

Л – липидные капли

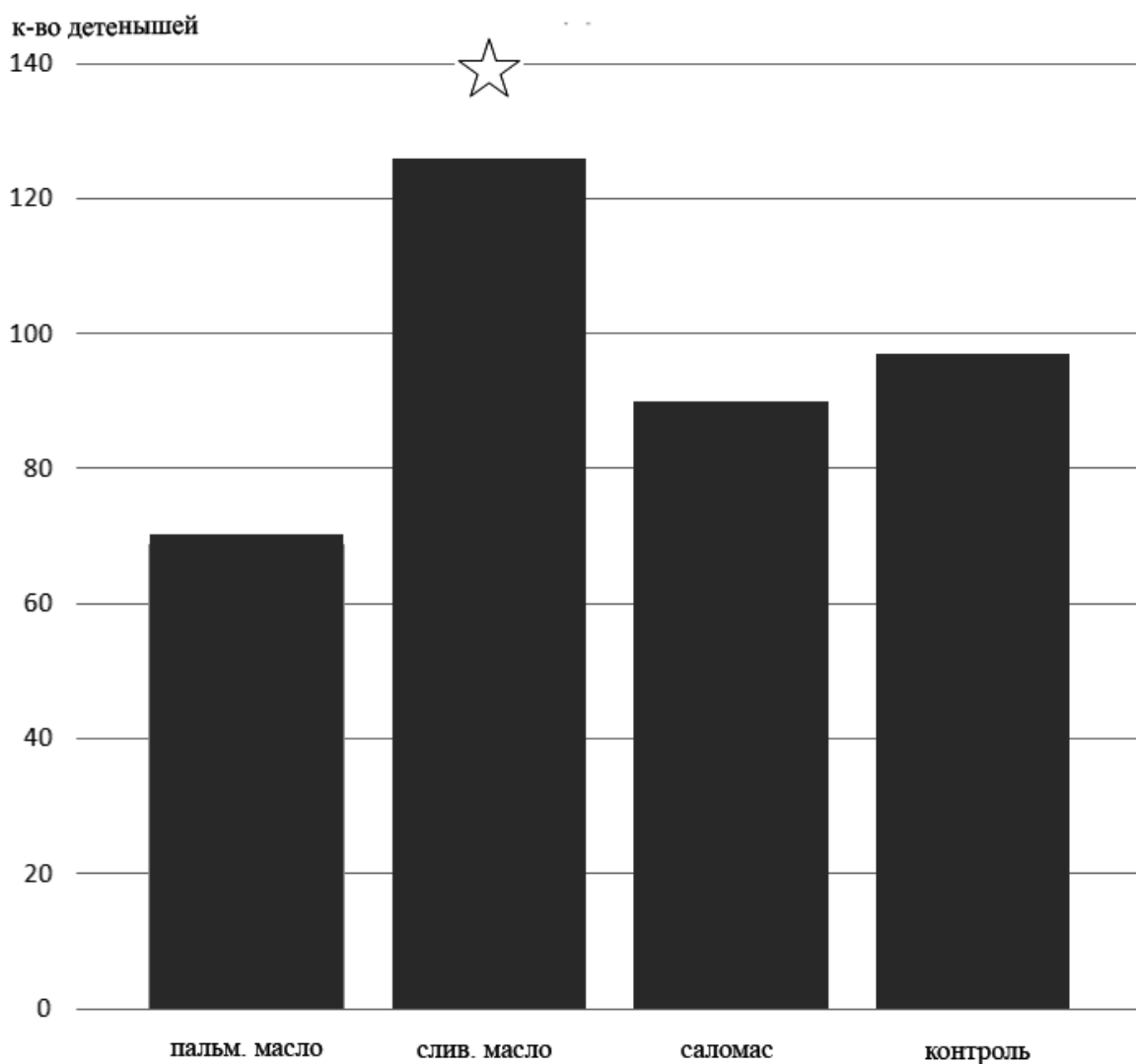


Рис. 5. Репродуктивный потенциал в экспериментальных группах животных

Таким образом, полученные на большой выборке экспериментальных животных (более 200 крыс) данные свидетельствуют о выраженных побочных эффектах систематического приема пальмового масла при его дополнении к стандартному рациону питания, что проявляется:

- ♦ нарушением спектра жирнокислотного состава печени со снижением моно- и полиненасыщенных жирных кислот;
- ♦ развитием окислительного стресса и проатерогенного состояния, падением детоксикационной функции печени, антиоксидантного потенциала и развитием синдрома блокады метаболизма, т. е. предболезненного состояния, способствующего накоплению продуктов окисления насыщенных жирных кислот в организме;
- ♦ развитием жировой дистрофии и нарушением защитной функции печени, что сопровождается увеличением в крови патогенных белково-липидных комплексов и иных факторов, способствующих развитию атеросклероза;
- ♦ снижением репродуктивного потенциала животных, что проявляется в наименьшей рождаемости;
- ♦ прогрессированием нарушений функций нервной системы, в первую очередь, тех отделов головного мозга, которые отвечают за регуляцию поведения, обучения, запоминания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Перова, Н. В.* Пищевые жирные кислоты. Влияние на риск болезней системы кровообращения. / Н. В. Перова, В. А. Метельская, Е. И. Соколов // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2011. – № 5. – С. 620-627.
2. Mozaffarian D, Rimm EB, King IB, Lawler RL, McDonald, Levy WC. Trans fatty acids and systemic inflammation in heart failure // Am J Clin Nutr – 2004. – v.80. – P. 1521-1525.
3. Ascherio A, Katan MB, Zock PL, Stampfer MJ, Willett WC. Trans fatty acids and coronary heart disease // N Engl J Med. – 1999. – v.340 – P. 1994-1998.
4. De Roos NM, Bots ML, Katan MB. Replacement of dietary saturated fatty acids by trans fatty acids lowers serum HDL cholesterol and impairs endothelial function in healthy men and women // Arterioscler Thromb Vasc Biol. – 2001. – v. 21. – P. 1233-1237.
5. Pearce RA, Parker RA, Deason ME, Qureshi AA, Wright JJ Hypocholesterolemic activity of synthetic and natural tocotrienols // J Med Chem – 1992. – v. 35. – P. 3595-3606.
6. Стоит ли опасаться пальмового масла в детском питании? Мнение эксперта-2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aif.ru/health/children/1435798>. – Дата доступа: 13.11.2015.
7. Keys A, Menotti A, Aravanis C, Blackburn H, Djordjevic BS, Buzina R. The seven countries study: 2,289 deaths in 15 years // Prev Med. – 1984. – v. 13 – P. 141-154.
8. Kromhout D, Keys A, Aravanis C, Buzina R, Fidanza F, Giampaoli S, et al. Food consumption patterns in the 1960s in seven countries // Am J Clin Nutr – 1989. – v.49 – P. 889-894.
9. Menotti A, Keys A, Aravanis C, Blackburn H, Dontas A, Fidanza F, et al. Seven countries study. First 20-year mortality data in 12 cohorts of six countries // Ann Med – 1989 – v.21 – P. 175-179.
10. Verschuren WM, Jacobs DR, Bloemberg BP, Kromhout D, Menotti A, Aravanis C, et al. Serum total cholesterol and long-term coronary heart disease mortality in different cultures. Twenty-five year follow-up of the seven countries study // JAMA – 1995 – v.274 – P. 131-136.
11. Mensink RP, Zock PL, Kester Ad, Katan MB. Effect of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials // Am J Clin Nutr – 2003 – v. 77 – P. 1146-1155.
12. Mensink RP, Katan MB. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 trials // Arterioscler Thromb – 1992 – v.12 – P. 911-919.

Рукопись статьи поступила в редакцию 04.12.2015

V. A. Khulchicki, Z. V. Lovkis, A. G. Moiseenok, E. M. Morgunova

PILOT RESEARCH OF PALM-OIL SIDE EFFECTS

Monitoring the quality and safety of food raw materials and foodstuffs shows that was expanded unjustifiably and without sufficient grounds the range of products including vegetable oils such as palm oil.

In the practice currently less sophisticated analytical methods is used to identify and quantify all components of the liquid and solid vegetable fat. The task of checking and confirming the quality and authenticity of the vast range of products is undoubtedly important and urgent. At the initiative of The Republican Unitary Enterprise «Scientific and Practical Center of Foods of the National Academy of Sciences» a number of studies on the impact of palm oil on the antioxidant defense system, structural-functional state of the visceral sphere and cognitive function in experimental animals. Obtained on a large sample of the experimental animal data suggest pronounced side effects of systemic administration of palm oil, which is manifested in the development of oxidative stress fall detoxifying liver function, antioxidant capacity and development of the syndrome blockade metabolism, namely premonitory state promotes accumulation of oxidation products of saturated fatty acids in the body; the development of fatty liver with increasing levels of pathogenic protein-lipid complexes, contributing to the development of atherosclerosis; reducing the reproductive potential of the animals; the progression of disorders of the nervous system, primarily those parts of the brain that are responsible for regulating behavior, learning, memory.