

Н.М. Шилина

НИИ питания, Москва, Российская Федерация

Экспертный взгляд на роль жиров в детском питании

Контактная информация:

Шилина Наталья Михайловна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории возрастной нутрициологии ФГБУ «НИИ питания» РАМН

Адрес: 109240, Москва, Устьинский проезд, д. 2/14, тел.: (495) 698-53-63, e-mail: n_shilina@ion.ru

Статья поступила: 06.11.2013 г., принята к печати: 14.01.2014 г.

В лекции приведены данные о различных видах жиров, входящих в их состав насыщенных и ненасыщенных жирных кислотах и их трансизомерах. Даны представления об основных семействах жирных кислот (омега-6 и омега-3) и их биологически активных производных. Обсуждается важная роль жиров как эссенциальных факторов детского питания для нормального нервно-психического развития ребенка. Приводятся данные о составе жирных кислот грудного молока как эталона для вскармливания младенца первых месяцев жизни и обсуждаются медицинские и технологические проблемы воспроизводства жирового компонента грудного молока в смесях для детского питания.

Ключевые слова: насыщенные жирные кислоты, ненасыщенные жирные кислоты, омега-6 и омега-3, детское питание, пальмовое масло, грудное молоко, смеси для детского питания.

(Педиатрическая фармакология. 2014; 11 (1): 38–42)

Адекватное питание является одним из основных условий нормального развития детского организма [1–3]. Термин «адекватное» подразумевает питание, сбалансированное по всем основным макро- и микро-нутриентам и отвечающее возрастным и энергетическим потребностям ребенка. Одним из основных пищевых факторов являются жиры [2].

Жиры (липиды) — обширная группа природных органических соединений, являющихся энергетическим резервом и основным компонентом биологических мембран. Они выполняют в организме многие важные функции: участвуют в передаче нервного импульса, регуляции обменных и иммунных процессов и др. Жиры, или липиды, условно можно разделить на 2 большие группы: собственно жиры, которые представлены триглицеридами, и жироподобные вещества, в число которых входят фосфолипиды, стерины, сфинголипиды, ганглиозиды и др. [2].

Главным структурным компонентом жиров являются жирные кислоты. Они представляют собой цепочку, в которой атомы углерода соединены друг с другом. В зависимости от длины цепи различают короткоцепочечные, среднецепочечные и длинноцепочечные жирные кислоты. Если связи между атомами простые — это насыщенные жирные кислоты (рис. 1А), если связи более сложные — это ненасыщенные жирные кислоты (рис. 1Б).

Ненасыщенные жирные кислоты входят в состав мембран всех клеток организма, поскольку необходимы для роста и восстановления тканей, а кроме того, выполняют и регуляторные функции.

Насыщенные жирные кислоты могут синтезироваться с помощью синтазного комплекса, также в организме могут образовываться некоторые мононенасыщенные (содержащие одну двойную связь) жирные кислоты.

N.M. Shilina

Research Institute of Nutrition, Moscow, Russian Federation

Expert View of the Role of Fats in Pediatric Nutrition

The lecture presents data on various types of fats comprising saturated and unsaturated fatty acids and their trans-isomers, describes the main families of fatty acids (omega-6 and omega-3) and their bioactive derivatives, dwells upon an important role of fats as essential pediatric nutrition factors for normal neuropsychological development of children, features data on the composition of breast milk fatty acids as the standard for feeding neonates and considers medical and technological issues of breast milk fat regeneration in pediatric nutrition formulas.

Key words: saturated fatty acids, unsaturated fatty acids, omega-6 and omega-3, pediatric nutrition, palmitic acid, breast milk, pediatric nutrition formulas.

(Pediatricheskaya farmakologiya — Pediatric pharmacology. 2014; 11 (1): 38–42)

Жирные кислоты, не образующиеся в организме человека, называются незаменимыми (эссенциальными): они обязательно должны поступать с пищей. Животные не способны синтезировать 18:2 омега-6 и 18:3 омега-3 полиненасыщенные — линолевую (рис. 2А) и α -линоленовую — жирные кислоты (рис. 2Б).

Незаменимые жирные кислоты относятся к двум большим семействам — омега-6 и омега-3, которые различаются по положению первой двойной связи относительно омега-концевого атома углерода молекулы жирной кислоты: если двойная связь располагается у 3-го атома углерода, считая от ω -конца молекулы, то жирная кислота относится к семейству омега-3, если у 6-го — то к семейству омега-6. Попадая в организм, незаменимые жирные кислоты метаболизируются с помощью ферментной системы, представленной набором десатураз и элонгаз. Десатуразы вносят в молекулы жирных кислот дополнительные двойные связи, элонгазы удлиняют углеводородный скелет молекулы жирной кислоты на 2 атома углерода. Под действием данной ферментной системы в организме образуется спектр длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот (ДЦПНЖК) и их биологически активных производных (эйкозаноидов) различных серий. Источником всех ПНЖК омега-6 служит незаменимая линолевая кислота, а источником всех жирных кислот омега-3 семейства — незаменимая α -линоленовая жирная кислота. Наиболее важными в биологическом отношении являются их длинноцепочечные полиненасыщенные производные — арахидоновая кислота омега-6 семейства, содержащая 20 углеродных атомов в длину и 4 двойные связи, и две ПНЖК семейства омега-3 — эйкозапентаеновая (двадцать углеродных атомов и 5 двойных связей) и докозагексаеновая (двадцать два углеродных атома и 6 двойных связей) кислоты. Омега-3 и омега-6 жирные кислоты способствуют укреплению иммунитета и защите от аллергии, отвечают за развитие интеллекта и многих других процессов (роста, пищевого поведения, поддержания сосудистого тонуса, регуляцию свертываемости крови и др.) [4].

Появление ненасыщенных связей в молекуле жирной кислоты понижает ее температуру плавления. Так, внесение 1 связи в молекулу ненасыщенной стеариновой кислоты (18:0) с образованием цис-олеиновой кислоты (18:1) понижает температуру плавления с 60 до 16°C [5].

По расположению углеводородных заместителей в ненасыщенных (двойных) связях «углерод–углерод» относительно продольной оси молекулы жирной кислоты различают цис- и трансжирные кислоты. В цис-положении заместители располагаются по одну сторону от продольной оси молекулы, в транс-положении — по разные. Вокруг ненасыщенных связей в цис-положении возможно вращение, молекула жирной кислоты приобретает изгиб, что делает ее более подвижной и текучей. Вокруг трансненасыщенных связей вращения не происходит. Молекула

Рис. 1. Схема строения насыщенных (А) и ненасыщенных (Б) жирных кислот

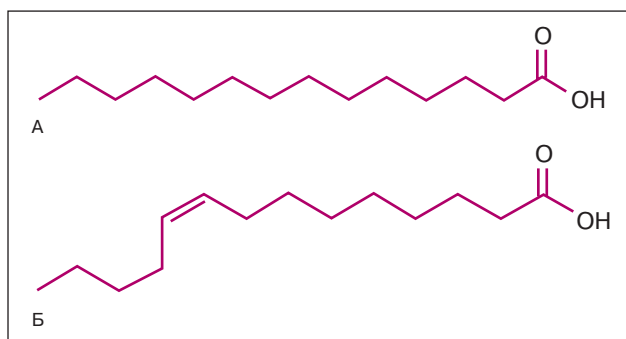


Рис. 2. Незаменимые ω -6 и ω -3 полиненасыщенные жирные кислоты

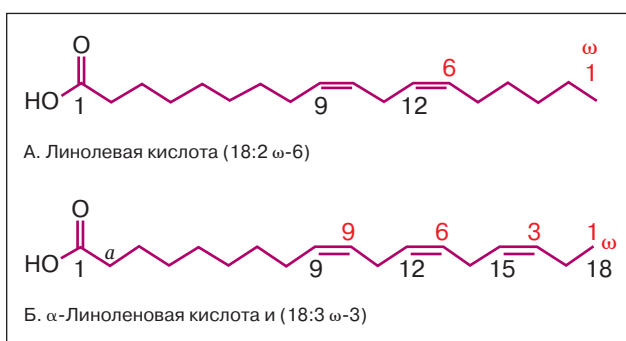
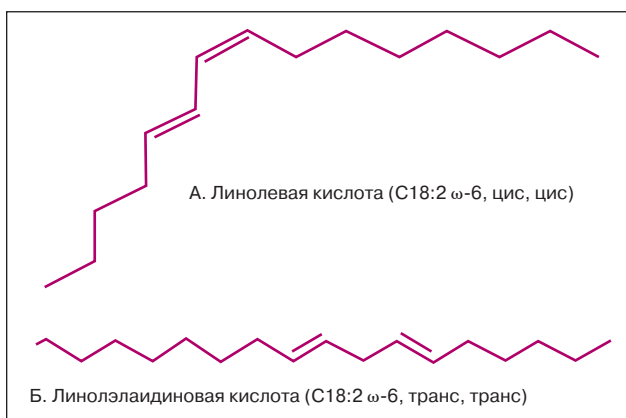


Рис. 3. Различия в строении цис- (А) и трансжирных (Б) кислот

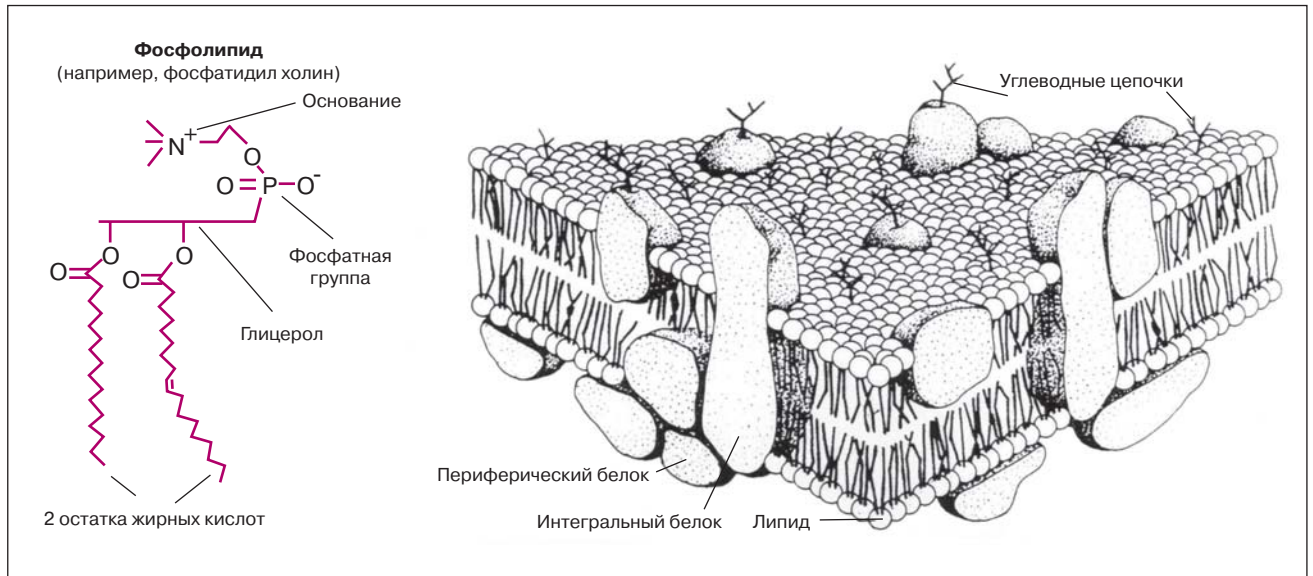


трансжирных кислот более прямая и по форме больше похожа на насыщенные жирные кислоты (рис. 3). Температура плавления трансжирных кислот выше: транс-(18:1) — 56°C, цис-(18:1) — 16°C [6].

Пищевые источники жирных кислот — растительные масла — жидкие, поскольку содержат много ненасыщенных жиров с низкой температурой плавления. Сливочное масло, мясо, молочные продукты содержат более тугоплавкие насыщенные жирные кислоты, и потому при комнатной температуре они остаются твердыми, как и трансненасыщенные растительные жиры.

В организме человека встречаются жирные кислоты с двойными связями, в основном, в цис-положении.

Рис. 4. Структура клеточной мембраны и образующих ее фосфолипидов, содержащих две жирные кислоты



Трансизомеры попадают в организм с продуктами питания.

Замена цис-жирной кислоты на ее трансизомер в составе более сложных жиров и биологических мембран (рис. 4) приводит к изменению их свойств: жиры становятся более тугоплавкими (вследствие повышения температуры плавления), а мембраны менее текучими, поскольку снижается возможность вращения «плеч» молекул жирных кислот вокруг двойной связи в трансконфигурации.

Регулярность укладки молекул жирных кислот в бислое клеточных мембран повышается, что приводит к снижению их жидкости. Это, в свою очередь, ведет к изменению биологической активности погру-

женных в мембрану белковых молекул, играющих роль рецепторов, ионных каналов и других важных для функционирования клеток образований, и возможности передачи биологических сигналов внутрь клетки, а также, возможно, к изменению секреторной активности клетки. Именно поэтому избыточное поступление трансжирных кислот в организм нежелательно. Их содержание в продуктах питания для детей раннего возраста регламентируется на уровне не более 4% [7].

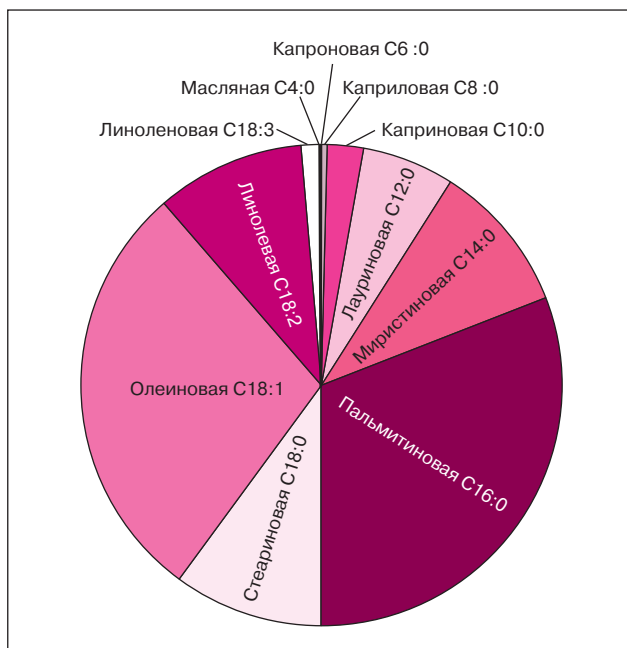
ПНЖК принимают участие в следующих важных процессах организма [8]:

- в регуляции обмена липидов, в том числе, на генетическом уровне;
- гомеостазе глюкозы, цинка;
- клеточной пролиферации и дифференцировке;
- реализации функций головного мозга и зрительного анализатора;
- регуляции аппетита;
- реализации иммунного ответа;
- росте организма.

В первые 1,5–2 года жизни жиры составляют до 60% сухого веса мозга, из них 35% приходится на ДЦ ПНЖК [9].

Увеличение и развитие мозга в основном происходит в последний триместр беременности. Вес ребенка при рождении составляет примерно 5% от веса взрослого человека, тем не менее размер мозга уже составляет 70% от размера мозга взрослого человека. Таким образом, можно признать, что жиры играют важную роль в питании беременной женщины, из организма которой плод черпает ресурсы для строительства органов центральной нервной системы — головного мозга и зрительного анализатора. Действительно, исследования показывают, что основными жирными кислотами в этих отделах центральной нервной системы являются ДЦ ПНЖК — арахидоновая и докозагексаеновая, которые в сумме составляют от 25 до 60%

Рис. 5. Спектр жирных кислот грудного молока



Примечание. Отношение ненасыщенные/насыщенные ЖК = 1,5.

в составе фосфолипидов головного мозга и светочувствительных элементов зрительного анализатора, соответственно [9].

В течение первого года жизни мозг ребенка увеличивается еще на 15%. При этом первые 24 мес — это период активного развития зрительного анализатора. В исследованиях показано, что ДЦПНЖК влияют на этот процесс [10–13], поэтому крайне важно, чтобы ребенок продолжал получать жирные кислоты либо с грудным молоком, либо в составе детских смесей.

Действительно, потребность в жирах для ребенка первого года жизни максимальна и составляет 44–49% энергетической ценности рациона [1]. Для обеспечения высокой скорости роста ребенок нуждается в энергии, а также в пластическом материале для образования клеточных мембран, источником чего служат жиры грудного молока либо смесей для искусственного вскармливания. В организме новорожденного ребенка активность ферментных систем недостаточно высока для обеспечения его высоких потребностей, в том числе в ДЦПНЖК. Именно поэтому в грудном молоке содержатся все необходимые для развития младенца жирные кислоты (и эссенциальные, и ДЦПНЖК) [14]. Состав грудного молока уникален, в нем содержится целый спектр жирных кислот с преобладанием ПНЖК над насыщенными жирными кислотами. Воспроизведение жирнокислотного состава грудного молока при создании детских смесей представляет собой сложную научную, технологическую и медицинскую проблему. При решении этой проблемы грудное молоко рассматривается как эталон (рис. 5) [15]. Источником жирных кислот для создания смесей являются растительные и животные жиры.

Незаменимые жирные кислоты в большом количестве содержатся в растительных маслах (рис. 6). Подсолнечное и кукурузное масло — богатые источники линолевой кислоты, содержание которой в этих маслах составляет 50–60%. Источников омега-3 жирных кислот, таких как α -линоленовая, существенно меньше: это соевое, рапсовое, льняное масло. Эти масла, к сожалению, не очень широко распространены в питании большинства жителей нашей страны, в то же время соевое и рапсовое масло используются для производства детских смесей.

Однако, ни одно растительное масло не в состоянии повторить уникальный состав жирных кислот женского молока (рис. 7).

Поскольку каждое из растительных масел — источник какой-либо важной и незаменимой кислоты для ребенка, то при использовании их в различных комбинациях с применением инновационных технологий удастся достичь состава детских смесей, максимально приближенного к составу женского молока.

Источником насыщенных жирных кислот служат пальмовое, кокосовое и другие растительные масла, в небольших количествах — жир коровьего молока, а также рыбий жир и масло одноклеточных организмов в качестве источников ДЦПНЖК.

Рис. 6. Растительные масла — основной источник линолевой и α -линоленовой кислоты

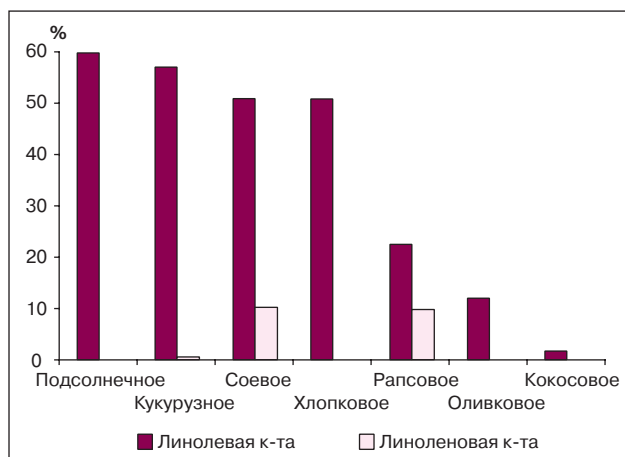
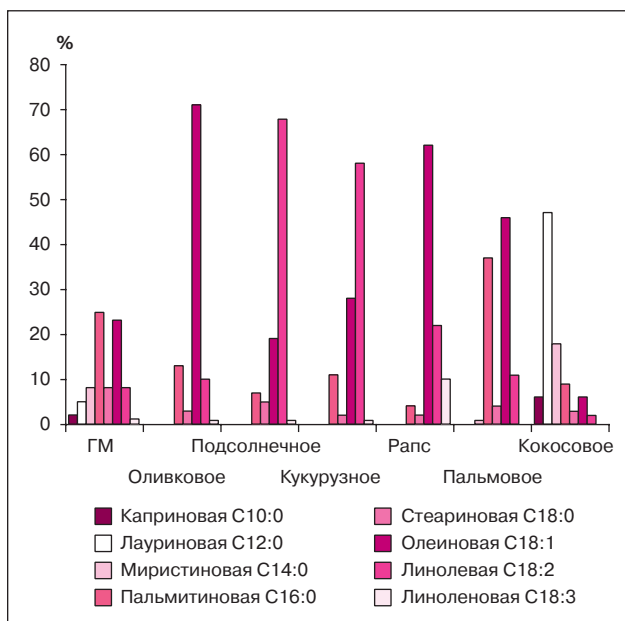


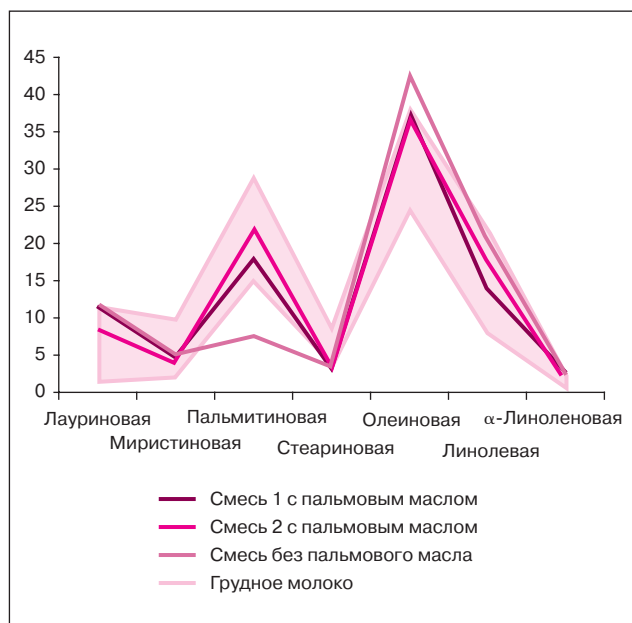
Рис. 7. Жирнокислотный состав растительных масел в сравнении с жировым составом грудного молока



Примечание. ГМ — грудное молоко.

Следует особо отметить пальмовое масло как источник насыщенной пальмитиновой кислоты. Как видно из приведенных данных по составу грудного молока, уровень пальмитиновой кислоты достигает 25% от суммы жирных кислот. Среди всех растительных масел лишь пальмовое содержит эту жирную кислоту на уровне свыше 30% (см. рис. 7). Во всех других маслах содержание пальмитиновой кислоты существенно ниже. Основной технологической задачей производства заменителей грудного молока является максимальное приближение жирового компонента к жирнокислотному составу грудного молока. Именно поэтому высокоочищенное пальмовое масло может служить источником пальмитиновой кислоты для создания современной адаптированной детской смеси. Если же смесь не содержит пальмового масла, то содержание пальмитиновой кислоты в смеси ока-

Рис. 8. Жирнокислотный состав смесей, содержащих/не содержащих пальмовое масло. По данным CLF Central Laboratories Friedrichsdorf GmbH, 2013



зывается существенно ниже ее содержания в грудном молоке (рис. 8).

В ряде контролируемых исследований было показано, что приближение жирового компонента смесей к таковому грудного молока улучшает нервно-психическое развитие детей, в частности увеличивает индекс ментального развития (MDI) на 7 пунктов [16], улучшает психомоторное развитие детей в возрасте 4 мес [17], улучшает когнитивное развитие в возрасте 3 и 10 мес (зрительная память и тесты на решение задач) [13, 18], а также оказывает долгосрочное действие на интеллектуальное развитие ребенка [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Молочные смеси для детей разного возраста — единственный молочный продукт в Российской Федерации, в котором законодательно разрешена замена молочных жиров растительными. На современном этапе все смеси, прошедшие регистрацию и разрешенные к реализации на территории Таможенного союза, безопасны и максимально приближены по составу к грудному молоку [7, 19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Детское питание. Руководство для врачей. Под ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коня. М.: Медицинское информационное агентство. 2013. 744 с.
2. Present Knowledge in Nutrition 10th Edition. Ed. by Erdman J. W. Jr., Macdonald I. A., Zeisel S. H. International Life Sciences Institute and Wiley-Blackwell of John Wiley & Sons. Ames, USA. 2012. 1305 p.
3. Намазова-Баранова Л.С. Научные исследования и инфраструктура платформы «Педиатрия». *Педиатрическая фармакология*. 2012; 9 (4): 15–24.
4. Carlson S. E. Long chain polyunsaturated fatty acids in infants and children. In: Dietary fats in infancy and childhood. *Annales Nestle*. 1997; 55 (2): 52–62.
5. Uauy R., Castillo C. Lipid requirements of infants: implications for nutrient composition of fortified complementary foods. *J Nutr*. 2003; 133 (9): 2962–2972.
6. Koletzko B. Trans-fatty acids. In: Dietary fats in infancy and childhood. *Annales Nestle*. 1997; 55 (2): 63–72.
7. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.
8. Шилина Н. М. Изучение биомаркеров метаболизма ω -3 и ω -6 полиненасыщенных жирных кислот у детей и беременных женщин. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2012. 48 с.
9. Farquharson J., Cockburn F., Patrick W. A. Infant cerebral cortex phospholipid fatty-acid composition and diet. *Lancet*. 1992; 340: 810–813.
10. Carlson S. E., Ford A. J., Werkman S. H. et al. Visual acuity and fatty acid status of term infants fed human milk and formulas with and without docosahexaenoate and arachidonate from egg yolk lecithin. *Pediatr Res*. 1996; 39: 882–888.
11. Birch E. E., Hoffman D. R., Uauy R. et al. Visual acuity and the essentiality of docosahexaenoic acid and arachidonic acid in the diet of term infants. *Pediatr Res*. 1998; 44: 201–209.
12. Hoffman D. R., Birch E. E., Birch D. G. et al. Impact of early dietary intake and blood lipid composition of long-chain polyunsaturated fatty acids on later visual development. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2000; 31: 540–553.
13. Willatts P., Forsyth J. S., Dimodugno V. R. et al. The effects of long-chain polyunsaturated fatty acids on infant attention and cognitive behavior. In: David T. J. (ed). Major controversies in infant nutrition: International congress and symposium series № 215. London: Royal Society of Medicine. 1996. P. 57–70.
14. Koletzko B., Agostoni C., Bergmann R., Ritzenthaler K., Shamir R. Physiological aspects of human milk lipids and implications for infant feeding: a workshop report. *Acta Paediatrica*. 2011; 100: 1405–1415.
15. ESPGHAN Committee on Nutrition: Breastfeeding. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2009; 49 (1): 112–125.
16. Birch E. E., Garfield S., Hoffman D. R. et al. A randomised controlled trial of early dietary supply of long-chain polyunsaturated fatty acids and mental development in term infants. *Dev Med Child Neurol*. 2000; 42: 174–181.
17. Agostoni C., Trojan S., Bellu R. et al. Neurodevelopmental quotient of healthy term infants at 4 months and feeding practice: The role of long-chain polyunsaturated fatty acids. *Pediatr Res*. 1995; 38: 262–266.
18. Willatts P., Forsyth J. S., Dimodugno M. K. et al. Effect of long-chain polyunsaturated fatty acids infant formula on problem solving at 10 months of age. *Lancet*. 1998; 352: 688–691.
19. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).