

УДК 613.953.13.3

3.1.21 Педиатрия

DOI: 10.37903/vsgma.2025.3.14 EDN: JCVYMP

**ИСКУССТВЕННОЕ ВСКАРМЛИВАНИЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ
В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СОСТАВА ДЕТСКИХ ФОРМУЛ НА ОСНОВЕ КОЗЬЕГО МОЛОКА****© Легонькова Т.И.¹, Казначеев К.С.², Скидан И.Н.³, Штыкова О.Н.¹, Дейнеко О.Я.¹,
Аршанская О.Д.¹, Марченкова Ю.В.¹**¹Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28²Новосибирский государственный медицинский университет, Россия, 630091, Новосибирск,

Красный проспект, 52

³Компания «Голдим-РУС», Россия, 191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская., 29А*Резюме*

Цель. Обобщение исследований, сфокусированных на совершенствовании рецептур детских молочных смесей на основе козьего молока.

Методика. Поиск релевантной информации осуществлялся в русскоязычной поисковой системе eLibrary и англоязычных базах данных PubMed, BMC, Scopus. Из отобранных публикаций для анализа были использованы наиболее значимые отечественные и зарубежные работы.

Результаты. В обзоре представлен анализ ключевых направлений совершенствования рецептур детских молочных смесей на основе козьего молока. Осуществлена оценка потенциальных изменений в количественном и качественном содержании основных компонентов смесей, принимая во внимание возрастные особенности и диетические потребности детского организма. Рассмотрена возможность комбинирования молока различных видов сельскохозяйственных животных (коз и овец) при производстве современной линейки базового адаптированного, диетически-профилактического и специализированного питания для детей с рождения.

Заключение. Комбинация компонентов молока различных видов сельскохозяйственных животных – еще один перспективный путь создания более совершенных адаптированных смесей для докорма или искусственного вскармливания.

Ключевые слова: дети, искусственное вскармливание, инновационные смеси на козьем и овечьем молоке

**ARTIFICIAL FEEDING: MODERN TRENDS IN IMPROVING THE COMPOSITION
OF INFANT FORMULAS BASED ON GOAT'S MILK****Legonkova T.I.¹, Kaznacheev K.S.², Skidan I.N.³, Shtykova O.N.¹, Deineko O.Ya.¹,
Arshanskaya O.D.¹, Marchenkova Yu.V.¹**¹Smolensk state medical university, 28, Krupskoj St., 214019, Smolensk, Russia²Novosibirsk State Medical University, 52, Red Avenue, 630091, Novosibirsk, Russia³Goldim-RUS Ltd., 29A, Zacharevskaya St., 191123, Saint Petersburg, Russia*Abstract*

Objective. A summary of research focused on improving the formulation of infant formulas based on goat's milk.

Methods. The search for relevant information was carried out in the Russian-language search system eLibrary and the English-language databases PubMed, BMC, Scopus. Of the selected publications, the most significant domestic and foreign works were used for analysis.

Results. The review presents an analysis of key areas for improving formulas for infant formulas based on goat milk. An assessment of potential changes in the quantitative and qualitative content of key components of formulas is made, taking into account age characteristics and dietary needs of the child's body. The possibility of combining milk from different types of farm animals (goats and sheep) in the production of modern lines of basic adapted, dietary-preventive and specialized nutrition for children from birth is considered.

Conclusion. Combining milk components from different types of farm animals is another promising way to create more advanced adapted formulas for supplementary feeding or artificial feeding.

Keywords: children, artificial feeding, innovative formulas based on goat's and sheep's milk

Введение

На протяжении тысячелетий и в настоящее время молоко многих видов сельскохозяйственных животных остается одним из наиболее ценных продуктов питания. Помимо привычного коровьего молока, люди употребляют в пищу козье, овечье, буйволиное, верблюжье, ослиное и другие виды. Молочные продукты входят в рацион подавляющего большинства жителей планеты, независимо от их возраста, национальности, традиций или религиозных убеждений. Помимо пищевой промышленности с производством продуктов питания для взрослых и детей, цельное молоко и его отдельные компоненты находят широкое применение в фармацевтике и косметологии благодаря наличию множества биологически активных веществ [22].

Грудное вскармливание является важной частью здорового развития ребенка и должно активно пропагандироваться как естественный и оптимальный способ вскармливания младенцев. Правильно выстроенная система поддержки грудного вскармливания, охватывающая подготовку медицинского персонала, предоставление консультаций матерям, а также создание благоприятной атмосферы, играет ключевую роль [5, 6].

К сожалению, реалии таковы, что согласно данным Росстата от 2024 года, находились на грудном вскармливании до 12 месяцев примерно 40% детей в России. Следовательно, представление матери четкой и грамотно изложенной информации о важных аспектах искусственного вскармливания является не менее значимым, чем консультации по вопросам грудного вскармливания. Безусловно, для подтверждения эффективности и безопасности молочных смесей требуется их всестороннее лабораторное и клиническое изучение. В этой связи, эксперты акцентируют внимание на том, что подтверждать пользу детских формул следует для каждой конкретной смеси, причем в тех условиях, где живут дети, учитывая их национальные, региональные и другие важные характеристики. Тем не менее, в России все еще ощущается нехватка клинических данных, подтверждающих эффективность и безопасность различных смесей на основе козьего молока.

Целью обзора являлось обобщение исследований, сфокусированных на совершенствовании рецептур детских молочных смесей на основе козьего молока. Проведена оценка изменений в количественном и качественном составе основных компонентов молочных смесей с учетом возрастных характеристик и специфических диетических потребностей детского организма. Был сделан акцент на комбинировании молока различных видов сельскохозяйственных животных, в частности, козьего и овечьего, при разработке современной линии продуктов базового адаптированного питания, диетически-профилактических формул, а также специализированных смесей для детей с первых дней жизни.

Методика

Поиск релевантной информации осуществлялся в русскоязычной поисковой системе eLibrary и англоязычных базах данных PubMed, BMC, Scopus. Из отобранных публикаций для анализа были использованы наиболее значимые отечественные и зарубежные работы.

Результаты исследования

Состав молока, продуцируемого сельскохозяйственными животными, не является постоянным и подвержен изменениям под воздействием различных факторов, в том числе экологических, генетических и физиологических. Современные исследования подтверждают, что на физико-химические характеристики и, как следствие, на технологические свойства молока, оказывают значительное влияние порода животного, его возраст, общее состояние здоровья, стадия лактации, продуктивность, применяемые методы доения, время года, климат, а также условия кормления и содержания [36].

В мировом масштабе производства молока лидирует коровье. Сектор молочного козоводства является важной частью мировой молочной промышленности, занимая второе место. Спрос на козье молоко растет, что ведет к увеличению поголовья коз, специально разводимых для этой

цели. Например, зааненская порода коз, специально выведенная для молочного производства, способны давать до 3 килограммов молока ежедневно [41]. Однако, по ряду причин в некоторых странах до сих пор большее внимание уделяется местным породам коз. Греция – яркий пример, где стадо коз местных пород является одним из крупнейших в Европейском Союзе. За тысячелетия обитания локальных популяций коз в разнообразных ландшафтах – горных, полугорных, равнинных и островных – животные успешно приспособились к различным условиям окружающей среды. Следует отметить, что козоводство в Греции имеет глубокие корни, уходящие в микенскую эпоху (около 1200 г. до н.э.). Первые упоминания о приготовлении сыра из козьего молока встречаются в произведениях Гомера, а на некоторых греческих островах были обнаружены древние серебряные монеты с изображением коз [19]. За столетия обитания в Греции, различные популяции коз эволюционировали, сформировав уникальные типы, характерные для конкретных регионов. Подавляющее большинство локальных греческих коз относится к породе Егория (*Eghoria breed*), которая характеризуется большим разнообразием фенотипических характеристик. Около 10% приходится на представителей другой автохтонной породы, Скопелос (*Skopelos breed*), названной в честь одноименного греческого острова. Многолетняя работа, направленная на сохранение и поддержание генофонда локальных пород коз в Греции, положительно отразилась на качестве молока. Основной состав молока греческих пород коз, в сравнении с широко используемой во всем мире зааненской породой, представлен в табл. 1.

Таблица 1. Основной состав молока от локальных греческих пород коз в сравнении с широко используемой во всем мире зааненской породой

Породы коз	Белок	Жир	Лактоза	Общие твердые вещества
Локальные породы (Греция)	3,45 [3,18-3,63]	5,11 [4,59-6,5]	4,5 [4,2-4,7]	12,9-15,1
Зааненская порода	3,2	4,02	4,3	12,5

За последние 10 лет интерес к овечьему молоку в мире значительно вырос и ему уделяют особое внимание. Овечье молоко имеет высокую питательную ценность и биологическую активность. По сравнению с коровьим и козьим, овечье молоко содержит в полтора раза больше сухих веществ, отличается повышенным содержанием белка и жира [36]. Основные характеристики зрелого молока некоторых видов животных, используемых в сельском хозяйстве, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Уровни основных компонентов молока сельскохозяйственных животных (г/кг цельного молока)

Вид	Жир	Казеин	БМС	Общий белок	Азот*	Лактоза	Общие углеводы	Ca ²⁺	Зола
Буйволица	77	38	7,0	45	5,2	40	47	1,9	8,0
Верблюд	45	29	10	39	5,6	49	56	1,4	7,0
Корова	37	28	6,0	34	2,2	49	56	1,2	7,1
Ослица	14	11	9,0	20	3,2	61	68	0,9	4,5
Коза	45	29	5,0	34	5,8	43	47	1,4	7,9
Лошадь	19	14	8,3	22	3,6	62	69	0,9	5,1
Овца	74	46	10	56	2,7	48	55	1,9	9,2

Примечание: * Небелковые азотистые вещества включают: свободные аминокислоты, пептиды, мочевины, аммиак, мочевую кислоту, креатин, креатинин и другие низкомолекулярные азотистые вещества. Сокращение: БМС – белки молочной сыворотки; Ca²⁺ – кальций

Белки овечьего молока являются важным источником биоактивных пептидов [11]. Установлено, что при переваривании бета-казеина овечьего молока не высвобождается пептид, бета-казоморфин-7 с которым связывают гастроинтестинальные расстройства при употреблении молока [21]. По сравнению с коровьим и козьим молоком, в овечьем молоке определяют более высокие концентрации коротко- и среднецепочечных жирных кислот и уменьшенный размер жировых глобул молока (ЖГМ), что обеспечивает его легкое переваривание. В нем также определяют высокие концентрации физиологически важных жирных кислот, включая линолевую, альфа-линоленовую и арахидоновую. Полярные липиды ЖГМ, присутствующие в большом количестве в овечьем молоке, способны снижать воспалительные биомаркеры и замедлять развитие атеросклероза [28]. Овечье молоко значительно превосходит молоко других

сельскохозяйственных животных по содержанию кальция, калия, фосфора, а также витаминов Д, Е, биотина и нуклеотидов. Овечье молоко или его различные компоненты с высокой биологической активностью, могут быть перспективными ингредиентами для производства функциональных продуктов питания, способствующих укреплению здоровья людей разных возрастов [15].

По имеющимся данным, мировой рынок питания детей грудного и раннего возраста демонстрирует уверенный рост. В общем тренде расширения производства и потребления продуктов на основе молока сельскохозяйственных животных особенно повышенный интерес к адаптированным сухим смесям для вскармливания детей с рождения. Широкий ассортимент сухого базового адаптированного, диетически-профилактического и специализированного питания в основном с использованием коровьего молока предназначен как для здоровых детей, так и детей с особыми пищевыми потребностями. Последние тенденции показывают, что производители детского питания расширяют свой ассортимент, вводя дополнительные продукты, для детей с года до трех лет. Так, большой популярностью пользуются формулы «третьей» и «четвертой ступеней», то есть молочные напитки для детей старше 12 и 18 месяцев, соответственно. Кроме того, постепенно увеличивается спрос на готовые детские стерилизованные адаптированные смеси [4].

Важно признать, что рынок детских смесей на основе коровьего молока, безусловно, достиг определенной степени развития и стабильности. В свою очередь, питание на козьем молоке все еще воспринимается как относительно новая категория детских продуктов, обладающих характеристиками сегмента премиум-класса. Первые в мире адаптированные стартовые и последующие формулы на козьем молоке промышленного производства начали появляться примерно три десятилетия назад. Из Новой Зеландии в 2000-м году были импортированы первые смеси на козьем молоке в Россию. Сегодня российский рынок детского питания на козьем молоке активно развивается. Врачи все чаще обращают внимание на такого рода продукты и рекомендуют их в случаях отсутствия или недостатка грудного молока у матери. На интернет - площадках и полках магазинов можно встретить как минимум 10 брендов детского питания на козьем молоке, представленного как отечественными (3 из 10), так и зарубежными производителями. Несмотря на растущий ассортимент, выбор продуктов на основе козьего молока в специализированном (лечебно-профилактическом) сегменте пока невелик. Наличие в свободной продаже подходящих смесей для коррекции нарушений ЖКТ, лечения и профилактики пищевой аллергии, вскармливания детей с наследственными ферментопатиями, недоношенных и маловесных детей, ограничено или часто вообще такие смеси отсутствуют. Кроме того, в настоящее время в России нет ни одной адаптированной детской смеси на козьем молоке, изготовленной в условиях органического производства, равно как кисломолочной или же готовой к употреблению молочной стерилизованной адаптированной смеси.

Козье молоко также, как и любое другое молоко сельскохозяйственных животных, требует специальной обработки и серьезной адаптации при производстве детского питания, чтобы соответствовать актуальным стандартам Таможенного Союза (ТР ТС 021/2011; 027/2012; 033/2013) [7, 8, 9]. Разбирая состав детских формул на козьем молоке, прежде всего считаем важным акцентировать внимание на их белковой части. Так, еще в 2012 году эксперты Европейского управления по безопасности пищевых продуктов (EFSA) пришли к выводу, что белок козьего молока безопасен и может использоваться в составе формул для вскармливания детей с рождения [17]. По мнению ведущих иммунологов и аллергологов, белки, содержащиеся в коровьем и козьем молоке, не обладают существенными различиями в способности вызывать аллергические реакции. В клинических рекомендациях Союза педиатров России указано, что «...козье молоко может выступать как перекрестный аллерген, вызывая перекрестно-аллергические реакции у больных с аллергией к белкам коровьего молока, так и являться самостоятельным аллергеном, вызывая тяжелые реакции у пациентов, толерантных к коровьему молоку» [5]. Следовательно, смеси на основе козьего молока не могут защитить детей от развития аллергии.

В процессе лактации концентрация белка в женском молоке постепенно снижается. Средний показатель составляет 2,5 г/100 мл (3,8 г/100 ккал) для молозива, 1,7 г/100 мл (2,6 г/100 ккал) для переходного молока и 1,3 г/100 мл (2,0 г/100 ккал) для зрелого молока. К шестому месяцу лактации белок в молоке снижается примерно до 1,1 г/100 мл (1,6 г/100 ккал) и остается относительно стабильным на этом уровне. В детских смесях за последние десятилетия произошло снижение содержания белка: с 4 г/100 ккал в 1970-х годах до 1,8 г/100 ккал на сегодняшний день [30]. Действующие российские рекомендации для стартовых молочных формул предусматривают диапазон концентраций общего белка от 1.2 до 1.7 г/100 мл готового к употреблению продукта [9].

Специалистам хорошо известно, что по сравнению с грудным вскармливанием, дети, получающие молочные смеси, демонстрируют более быстрый набор веса, иной фекальный микробный профиль, а также повышенный уровень сыровоточного инсулина, инсулиноподобного фактора роста 1 и аминокислот с разветвленной цепью. Поскольку детская смесь содержит больше белка и меньше свободных аминокислот, чем грудное молоко, считается, что белок и/или свободные аминокислоты могут быть ключевыми факторами, объясняющими фенотипические различия между детьми, находящимися на естественном и искусственном вскармливании.

Тенденция последнего десятилетия к уменьшению общего содержания белка в детских смесях для приближения его уровня к показателям грудного молока, способствует снижению избыточного поступления азота в организм ребенка. Это помогает избежать некоторых потенциальных метаболических нарушений, которые могут проявиться в долгосрочной перспективе вследствие ошибок в питании детей. Помимо прочего, было установлено, что достаточные темпы прибавки в весе у младенцев можно получить, модифицируя аминокислотный состав молочной формулы. Это достигается путем введения в рецептуру смесей специальной комбинации свободных аминокислот, состав которой соответствует потребностям ребенка [2]. Недавние исследования выявили, что уменьшение количества белка и обогащение детского питания свободными аминокислотами способствует адекватному росту и установлению метаболических показателей у младенцев, приближающимся к параметрам детей на грудном вскармливании. Тем не менее, применяемых мер все ещё недостаточно для полного устранения эффекта «ускоренного роста», характерного для искусственного вскармливания, равно как и повышенного уровня аминокислот с разветвленной цепью в крови, стимулирующих избыточную выработку инсулина в организме ребенка [20].

Другим подходом к адаптации, в частности стартовых формул, выступает включение белков молочной сыворотки в их состав. Это позволяет оптимизировать аминокислотный профиль смеси и достичь соотношения белков молочной сыворотки и казеина, близкого к характеристикам грудного молока (60:40). Аминокислотная последовательность молочных белков играет ключевую роль в определении их усвояемости, физико-химических свойств и особенностей кинетики пищеварения. Казеины, благодаря своей способности к быстрой коагуляции под воздействием пепсина в желудке, перевариваются медленно, что обеспечивает их постепенное высвобождение. Сыровоточные белки, напротив, характеризуются более высокой скоростью прохождения через желудок, где их расщепление минимально, и последующим активным гидролизом до аминокислот и пептидов в кишечнике. Этот процесс способствует быстрому увеличению концентрации аминокислот в плазме крови.

Из-за разницы в биохимических характеристиках основных молочных белков соотношение казеина и сыровоточного белка в молочной формуле опосредованно влияло на пищеварение *in vitro*, также как на физиологическую активность кишечника. При соотношении казеина и сыровоточного белка 40:60 регистрировалось более полноценное пищеварение *in vitro* по сравнению с 60:40 или 80:20 [31]. При увеличении доли казеина с 20% до 100% творожистый сгусток в условиях лабораторного моделирования процесса пищеварения по-прежнему легко образовывался [29]. Отдельно было установлено, что изменение соотношения казеина к сыровоточному белку до 40:60 по сравнению с нативным соотношением (80:20) данных белков в молоке приводит к снижению аллергенного потенциала коровьего молока в экспериментах на мышах [24]. Кроме того, в эксперименте было показано, что изменение соотношения казеин: сыровоточный белок в формуле на основе козьего молока с 80:20 до 40:60, влияло на потребление пищи и активацию нейронов гипоталамуса у мышей [43].

Сыворотка, полученная из козьего молока, представляет собой ценный компонент, в составе которого содержится около 55% питательных веществ молока. Она включает растворимые белки, лактозу, витамины, минералы и определённое количество липидов [14]. Наиболее значимой частью сыворотки являются белки, которые рассматриваются как важные ингредиенты для производства детского питания, благодаря своему аминокислотному составу, высокой усвояемости, биоактивным свойствам и технологическим характеристикам, обеспечивающим удобство переработки [18]. Смеси на основе сыровоточных белков молока считаются более физиологичными для питания новорожденных. Однако не все производители, поставляющие смеси на основе козьего молока на российский рынок, разделяют это мнение, полагая, что их продукция соответствует действующим нормативам. В связи с этим соотношение различных видов молочных белков в детских смесях может варьироваться, и специалистам важно внимательно изучать информацию на упаковке, чтобы сделать обоснованный выбор при рекомендации конкретного продукта.

В стремлении улучшить молочные смеси для здоровых детей, производители добавляют в их состав важные минорные белки, такие как остеопонтин, лактоферрин, альфа-лактальбумин. Кроме

этого, в молочном сырье специально уменьшают содержание некоторых пептидов, таких как гликомакропептид, что в итоге способствует улучшению характеристик смесей [40]. Применение сыворотки, обогащенной альфа-лактальбумином, или сыворотки с уменьшенным содержанием гликомакропептида позволяет дополнительно снизить уровень белка в молочных смесях, одновременно улучшая их аминокислотный профиль [39].

Одной из ключевых тенденций, наблюдаемых в последние годы, стало активное внедрение методов комбинирования молока различных сельскохозяйственных животных, особенно с акцентом на белковые фракции. По мнению экспертов, сочетание белковых компонентов из козьего и овечьего молока, представляет собой многообещающий подход, позволяющий значительно улучшить аминокислотный состав питания. Такой подход особенно полезен для создания продуктов, предназначенных для детей грудного и раннего возраста [1]. На российском рынке стали доступны адаптированные формулы, созданные на основе молока двух видов сельскохозяйственных животных – козы и овцы. Эти продукты уже несколько лет успешно соперничают с традиционными смесями на основе коровьего или козьего молока, постепенно завоевывая популярность благодаря своим уникальным особенностям и разнообразной, во многом эксклюзивной линейке.

Однако, нужно признать, что модификация количества и качества белка сама по себе не может полностью объяснить метаболические различия между детьми, получающими смеси, и детьми, вскармливаемыми грудным молоком. Грудное молоко представляет собой сложную матрицу, содержащую кроме основных белков многочисленные биоактивные компоненты, включая мембраны жировых глобул молока (МЖГМ), олигосахариды, экзосомы, функциональные белки МЖГМ, микрорибонуклеиновые кислоты (микроРНК), микроорганизмы, которые все вместе поддерживают рост и развитие младенца [16]. Это еще раз подчеркивает сложность попытки достичь метаболического профиля кормления грудным молоком путем исключительной модификации белка в детской смеси.

Известно, что липиды как в грудном молоке, так и в детских смесях обеспечивают около 50% от общей энергии, необходимой для младенца. Они особенно важны для развития головного мозга, поскольку липиды составляют почти 60% сухого веса человеческого мозга. Полиненасыщенные жирные кислоты, линолевая кислота (LA; 18:2 n-6) и α -линоленовая кислота (ALA; 18:3 n-3) являются незаменимыми жирными кислотами, которые должны поступать с пищей, так как организм человека не может их вырабатывать. Они являются основными субстратами для биосинтеза арахидоновой кислоты (ARA, 20:4n-6) и докозагексаеновой кислоты (DHA, 22:6n-3). Около 35% липидов в сером веществе головного мозга составляют длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты (ДЦ ПНЖК), а DHA и ARA считаются особенно важными строительными блоками мозга. Хотя рекомендуемые соотношения LA/ALA в детских смесях варьируются от 5:1 до 15:1, соотношение ближе к 5:1, по-видимому, способствуют более высокому эндогенному синтезу DHA. Однако даже те младенцы, которых кормили смесями с оптимальным соотношением LA/ALA, не достигают уровней DHA, наблюдаемых у младенцев на грудном вскармливании. Действующие российские рекомендации по соотношению LA/ALA – от 5 до 15 [9].

Уровень ARA в грудном молоке, как показали исследования, зависит от потребления ее с пищей кормящей женщиной, и, следовательно, варьирует в зависимости от пищевых привычек и региона проживания матерей. Доказано, что ARA играет важную роль в физиологическом развитии детей и, соответственно, является важным питательным веществом в младенчестве и раннем детстве. Данные, указывают на значительную генетическую изменчивость в кодировании десатураз и других ферментов метаболизма жирных кислот, которые могут влиять на уровень ARA, а также других длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот. Грудное молоко от хорошо питающихся матерей содержит достаточные уровни как ARA, так и DHA для поддержки потребностей младенцев в питании и развитии. В случае, если грудное вскармливание невозможно и детей кормят смесью, эксперты рекомендуют добавлять как ARA, так и DHA в концентрациях, сопоставимых с грудным молоком. Уже более двух десятилетий считается обыденной практикой вносить в молочные смеси ARA и DHA. При этом учитывается важность сохранения оптимального баланса концентраций ARA и DHA в смесях, так как сдвиг в пользу одного из этих компонентов может существенно отразиться на биологическом потенциале другого.

Увеличение содержания ценных жирных кислот в составах детских смесей традиционно осуществляется за счет добавления различных растительных масел. Однако в последнее время акцент смещается на необходимость повышения доли ценных липидов, используя не растительные источники, а молочный жир. Это связано с тем, что свойства молочного жира значительно ближе по своим характеристикам к составу грудного молока, обеспечивая более оптимальное питание и соответствие естественным потребностям младенцев. Липиды грудного

молока обычно присутствуют в форме триглицеридов (TG), каждый из которых состоит из трех жирных кислот, этерифицированных на глицериновом остове. Как известно, основными TG в зрелом грудном молоке являются 1,3-диолеил-2-пальмитоилглицерин и 1-олеил-2-пальмитоил-3-линолеилглицерин [26]. Эти TG имеют уникальную стереоспецифическую структуру, при этом пальмитиновая кислота в основном этерифицирована в положении sn-2 (~60–75%), а ненасыщенные жирные кислоты в основном в положениях sn-1,3. Триглицериды с большей частью пальмитиновой кислоты в положении sn-2 иногда называют β -пальмитатом. Применительно к детскому питанию раннего возраста, актуальным является увеличение количества пальмитиновой кислоты за счет β -пальмитата животного происхождения, свойства которого в положении sn-2 близки к таковому грудному молоку. В этой связи, хорошим источником β -пальмитата в положении sn-2 в смеси является жир козьего молока, использование которого сопряжено с улучшением его усвоения, нормального роста и минерализации костей у детей.

Имеются практические наработки по оптимизации жирового компонента путем включения в детские смеси на козьем молоке триглицеридов особой структуры с высоким содержанием пальмитиновой кислоты в sn-2-положении в молекуле триглицерида, аналогичного женскому молоку. Такая конфигурация липидов в смесях, по мнению специалистов, может оказывать определенное положительное влияние на эффективность всасывания жиров [3].

Немаловажным в отношении пищеварения является хорошее усвоение жира козьего молока. Способствует усвоению жира козьего молока малый размер жировых глобул, находящихся в виде тонкой жировой эмульсии. В жире козьего молока, в отличие от коровьего, в более высоком количестве содержатся среднецепочные жирные кислоты, которые всасываются непосредственно в венозную сеть без участия панкреатической липазы и желчных кислот, что облегчает усвоение молочного жира. Благодаря сохранению молочного жира в смесях могут присутствовать компоненты мембран жировых глобул молока, включая фосфолипиды и холестерин, как в грудном молоке, что в совокупности должно положительным образом влиять на созревание нервной ткани, развитие функций головного мозга, формирование иммунитета и становление микробиоценоза кишечника.

Несмотря на достигнутый определенный прогресс, жировой состав смесей все еще существенно отличается от материнского молока. Это же утверждение в полной мере относится и к углеводной составляющей. Всё больше научных работ подтверждают значительную роль олигосахаридов грудного молока (НМО) в развитии и благополучии детей грудного возраста. Известно, что в молоке матери содержится от 150 до 200 различных типов этих соединений. Они являются третьим по распространенности компонентом грудного молока (12–15 г/л). Более 90% от общего количества НМОs состоят из примерно 20 олигосахаридов, которые значительно различаются по концентрации и составу у разных людей [10]. Наиболее распространенным НМО в зрелом грудном молоке является 2'-фукозиллактоза (2'-FL), его содержание колеблется от 0,06 до 4,65 г/л [34]. Известно, что эта изменчивость частично определяется полиморфизмом в гене фукозилтрансферазы 2 (FUT2)10, который влияет на фукозилирование НМОs и других гликанов. Мало что известно о других материнских генах, которые регулируют биосинтез НМОs у кормящих матерей. Таким образом, общая геномная регуляция НМОs и ее потенциальное влияние на здоровье грудных детей остаются плохо изученными. С НМОs связывают более низкими показателями диареи, респираторных заболеваний и отита среднего уха, что объясняют ингибированием ими ответственных патогенов.

НМОs практически не усваиваются в организме ребенка (менее 1%), поэтому не функционируют как прямые энергетические ресурсы. Большинство из них достигают толстой кишки, где эти структуры используются специфическими кишечными бактериями младенца. Профиль НМО, по-видимому, имеет основополагающее значение для формирования микробиоты кишечника младенца путем избирательной стимуляции роста определенных бактерий, особенно бифидобактерий. Примечательно, что некоторые НМО различались в зависимости от материнских симптомов депрессии и стресса, что предполагает связь между психологическим здоровьем матери и составом грудного молока [37]. В грудном молоке матерей, чей ребенок родился преждевременно, концентрация НМО оказывается на 10–20% выше, чем в молоке женщин, родивших в срок [13]. В последнее время появляются данные о выявлении новых генетических маркеров, ассоциированных с НМО, и некоторые из них, как оказалось, способны положительно влиять на состояние дыхательной системы у детей [10]. Помимо бифидогенной активности, НМО способны прямо или опосредованно влиять на иммунитет слизистых оболочек и системный иммунитет, защищать от инфекций и поддерживать развитие мозга у младенцев [35]. В отличие от НМО, фракция олигосахаридов молока сельскохозяйственных животных демонстрирует ряд существенных отличий: общее количество этих структур, как правило, существенно меньше; структурное разнообразие и состав отдельных молекул отличаются, и они менее сложны; также

идентифицированы различные углеводные эпитопы. Как следствие, растет интерес к включению соединений типа НМО в детские смеси, чтобы предоставить их преимущества младенцам, которым грудное вскармливание недоступно, и попытаться приблизить состав формул к грудному молоку. На российском рынке присутствуют детские молочные формулы как на коровьем, так и козьем молоке, обогащенные синтетическими олигосахаридами типа 2'-фукозиллактозой (2'-FL), лакто-N-неотетраозой (LNnT), 3'-галактозиллактозой (3'-GL), 6'-сиалиллактоза (6'-SL), дифукозиллактоза (DFL), 3'-сиалиллактоза (3'-SL). Важно отметить, что козье молоко содержит такие олигосахаридами, как 2-фукозиллактозу, 3'-и 6'-сиалиллактозу и лакто-N-неотетраозу. Более того, молоко коз, не вырабатывающих белок α 1-казеин, характеризуется общим количеством олигосахаридов, сопоставимым с молоком коз, продуцирующих этот белок в больших количествах, однако в нем отмечено повышенное содержание фукозилированных олигосахаридов. Исследования *in vitro* показали, что 3- и/или 6-сиалиллактозные олигосахаридами из козьего молока преимущественно катаболизируются бифидобактериями, выделенными от младенцев [33]. Хотя концентрация олигосахаридов в козьем молоке примерно в 10 раз выше, чем в коровьем, для достижения уровня этих компонентов в детских смесях, сопоставимого с женским молоком, необходима дополнительная адаптация такого питания. Новые инновации в производстве олигосахаридов с применением химико-ферментативного синтеза или микробной ферментации с помощью генно-инженерных микроорганизмов, позволили создать ряд субстанций структурно идентичных НМО, что позволило добавлять их в детские смеси. Однако до сих пор неясно, какие результаты наблюдаются, если эти олигосахаридами добавлены в смесь на основе козьего молока, и будут ли они работать в синергии с олигосахаридами, естественным образом присутствующими в козьем молоке. Подтвердить действенность этих соединений в составе смесей на козьем молоке научными исследованиями, особенно в клинических условиях, пока не удалось.

Для повышения качества детских смесей на основе козьего молока обычно применяют пребиотики, такие как галактоолигосахаридами и фруктоолигосахаридами, а также их комбинации. Хотя структура этих пребиотиков не идентична олигосахаридами, присутствующим в грудном молоке, они за время своего использования доказали свою безопасность и клиническую эффективность, способствуя нормальному росту и развитию ребенка в раннем возрасте.

Для новорожденных основным источником пробиотиков является молозиво и грудное молоко, которое содержит множество полезных видов бактерий. Раннее прикладывание к груди, совместное пребывание матери и ребенка после родов, исключительно грудное вскармливание способствуют формированию уникальной микрофлоры кишечника малыша. Микробиом в целом, как у здоровых, так и у детей с отягощенным состоянием здоровья в частности, является метаболически активным микробным сообществом. Массивная колонизация ЖКТ младенца разнообразными по спектру микроорганизмами происходит только после рождения и определяется типом питания младенца: в случае эволюционно запрограммированного грудного вскармливания преимущество получают *Bifidobacterium* spp. (представители *Actinomyetota*). Введение прикорма (в норме это происходит в возрасте 4-6 мес) является переломным моментом на пути становления «взрослого» микробиома кишечника. С этого момента бифидобактерии начинают терять свои доминирующие позиции, растет как таксономическое, так и функциональное разнообразие микробиоты. Примечательно, что к годовалому возрасту видовой состав микробиоты кишечника ребенка все более похож на материнский вариант, однако говорить об однозначном наследовании микробиоты не приходится [42].

В настоящее время микробиота грудного молока рассматривается как сложная и упорядоченная экосистема, состоящая из различных видов комменсальных микроорганизмов, тесно взаимодействующих друг с другом. Наиболее распространенными в этой среде являются бактерии родов *Streptococcus* и *Staphylococcus*. В грудном молоке регулярно обнаруживаются представители родов *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Bifidobacterium*, *Corynebacterium*, *Enterococcus*, *Acinetobacter*, *Rothia*, *Cutibacterium*, *Veillonella* и *Bacteroides*. Для оценки возможности применения в качестве пробиотиков были изучены ключевые штаммы бактерий, присутствующие в грудном молоке. Ряд штаммов демонстрируют перспективные качества, такие как способность выживать в неблагоприятных условиях, способность сдерживать развитие болезнетворных микроорганизмов, положительно воздействовать на иммунную систему (как врожденную, так и приобретенную), а также предполагаемую безопасность и технологичность при масштабировании производства. При этом критически важно, чтобы эти штаммы не обладали способностью к передаче устойчивости к антибиотикам, не вызывали аллергических реакций, и были безопасны при приеме в терапевтических дозах. В результате исследований были созданы новые пробиотические смеси. В настоящее время в Российской Федерации представлен ряд адаптированных стартовых и «последующих» молочных смесей, включая смеси на козьем молоке, в состав которых входят пробиотики. Как заявляют производители, микроорганизмы, входящие в состав смесей, способны сохранять свою активность в течение всего срока годности такого рода питания. Современная

тенденция последнего десятилетия, заключается в совместном применении пребиотиков и пробиотиков. Младенцы, получавшие молочную смесь, содержащую оба компонента, значительно реже страдали гастроинтестинальными инфекциями по сравнению с теми, кто получал смесь только с пребиотиками. Исследования показали, что детские молочные смеси, обогащенные *Bifidobacterium breve M-16V* и олигосахаридами, оказывают положительное влияние на здоровье детей, снижая проявления симптомов астмы, риск развития атопического дерматита, потребность в антибиотиках и противоастматических средствах, а также уменьшая количество госпитализаций из-за инфекционных заболеваний [23]. Введение в детские молочные смеси штамма *L. fermentum CECT5716* и галактоолигосахаридов способствует снижению частоты желудочно-кишечных и респираторных инфекций у детей [27]. Бифидобактерии в кишечнике вырабатывают короткоцепочечные жирные кислоты (КЖК), в частности ацетата и бутирата. Бутират, в свою очередь, является источником энергии для колоноцитов, укрепляет целостность эпителиального барьера стенки кишки и выполняет противовоспалительную функцию [38].

Новым направлением в разработке детских молочных смесей является добавление постбиотиков – смеси неживых микроорганизмов и их компонентов, обладающих полезными для здоровья свойствами. Смеси, содержащие *Bifidobacterium breve C50* и *Streptococcus thermophilus ST065* (бактерии, вырабатывающие молочную кислоту), помогают снизить тяжесть желудочно-кишечных, респираторных и кожных инфекций [12]. Также было установлено, что детские молочные смеси с добавлением термически инактивированного постбиотика *Bifidobacterium animalis sp. lactis CECT 8145 BPL1TM* уменьшают количество случаев дерматита, бронхита и бронхиолита [32].

К сожалению, провести всесторонний анализ данных и вынести однозначные, научно обоснованные выводы касательно влияния пре-, про-, син- и постбиотиков в детских смесях на иммунитет и общее состояние здоровья младенцев представляется затруднительным. Характеристики каждой смеси существенно различаются: источники, количество и качество питательных веществ, используемые штаммы пре- и пробиотиков с их концентрациями, а также целевая аудитория и возрастные особенности детей. Эти многочисленные факторы могут объяснять расхождения, наблюдаемые в результатах различных исследований. Несмотря на многообещающие результаты, полученные в лабораторных условиях или на животных, и обширные данные рандомизированных контролируемых испытаний, их практическая значимость для клинической медицины не всегда очевидна. Клинические испытания в первую очередь должны оценивать воздействие на микрофлору кишечника в среднесрочной и долгосрочной перспективе, а не ограничиваться краткосрочными эффектами [25]. Кроме того, важно детально изучить механизмы действия и отдаленные последствия для микробиоты, иммунной системы и метаболизма, когда эти компоненты применяются в раннем возрасте ребенка, когда его многие органы и системы находятся на стадии созревания. В настоящий момент недостаточно убедительных данных для того, чтобы рекомендовать широкое применение этих «-биотиков» в детских смесях.

Современное производство смесей на козьем молоке учитывает изложенные характеристики ингредиентного состава, применяя их для создания инновационных формул как для здоровых детей, так и детей с особыми пищевыми потребностями. Например, детское питание GOATTINY® – первое в России питание, объединившее в себе полезные и питательные свойства козьего и овечьего молока (согласно данным единого реестра свидетельств о государственной регистрации РФ и стран ЕАС на июнь 2025 г.). Так, в адаптированных смесях с маркировками 1 и 2 снижено общее количество белка, приближено соотношение основных белков к грудному молоку. Все смеси GOATTINY® на основе греческого козьего молока обогащены сывороточными белками овечьего молока для улучшения аминокислотного профиля, легкого усвоения и переваривания. Линейка диетических профилактических и специализированных смесей GOATTINY® является уникальной для российского рынка, разработана для обеспечения полноценного питания с учетом особых диетических потребностей детей. Они представлены в 4-х категориях: для коррекции функциональных колик и запоров с рождения; для коррекции срыгиваний у детей с рождения; для детей с лактазной недостаточностью с рождения; для вскармливания недоношенных и маловесных детей с массой тела более 1800 г. Все специализированное питание адаптировано по белковому, жировому, углеводному, витаминно-минеральному профилю и энергетической ценности в соответствии с пищевыми потребностями ребенка. Впервые появилась возможность получать питание на основе козьего молока и не переходить на специализированные продукты на коровьем молоке.

Заключение

На сегодняшний день не существует универсальной формулы, способной полностью воспроизвести все преимущества грудного молока, которое, к тому же, индивидуально для каждой женщины и меняется с возрастом ребенка. Выбор детской смеси – это совместное решение, принимаемое врачом и родителями, основанное на существующих доказательствах эффективности и учитывающее широкий ассортимент продуктов, представленных на рынке.

Комбинация компонентов молока различных видов сельскохозяйственных животных – еще один перспективный путь создания более совершенных адаптированных смесей для докорма или искусственного вскармливания. Хорошим примером является состав новой адаптированной формулы GOATTINY, предназначенной для вскармливания детей с рождения. Оригинальное сочетание различных ингредиентов козьего и овечьего молока, а также добавление специальных компонентов позволило создать линейку диетических профилактических и специализированных смесей на основе козьего молока, предназначенную для обеспечения полноценного питания с учетом особых диетических потребностей детей.

Литература (references)

1. Аксенов Д.В. Подбирая лучшее // Status Praesens. – 2022. – Т.2, №87. – С. 43-50. [Aksenov D.V. Status Praesens. Status Praesens. – 2022. – V.2, N87. – P. 43-50. (in Russian)]
2. Беляева И.А., Намазова-Баранова Л.С., Бомбардирова Е.П., Турти Т.В. Мировые тренды совершенствования состава детских молочных смесей // Вопросы современной педиатрии. – 2022. – Т.21, №6. – С. 454-461. [Beljaeva I.A., Namazova-Baranova L.S., Bombardirova E.P., Turti T.V. Voprosy sovremennoj pediatrii. Issues of modern pediatrics. – 2022. – V.21, N6. – P. 454-461. (in Russian)]
3. Захарова И.Н., Цуцаева А.Н., Климов Л.Я. Особенности функционального состава козьего молока и его значение в качестве основы для детских смесей // Медицинский совет. – 2022. – Т.16, №12. – С. 58–63. [Zaharova I.N., Cuccaeva A.N., Klimov L.Ja. Medicinskij sovet. Medical advice. – 2022. – V.16, N12. – P. 58–63. (in Russian)]
4. Киосов А.Ф., Пищальников А.Ю. Жидкие и сухие детские смеси: преимущества и недостатки // Лечащий Врач. – 2023. – Т.2, №26. – С. 68-71. [Kiosov A.F., Pishchal'nikov A.Ju. Lechashchij Vrach. Attending Physician. – 2023. – V.2, N26. – P. 68-71. (in Russian)]
5. Программа оптимизации вскармливания детей первого года жизни в Российской Федерации: методические рекомендации / ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. – М., 2019. – 112 с. [Programma optimizatsii vskarmlivaniya detei pervogo goda zhizni v Rossiiskoi Federatsii: metodicheskie rekomendacii / FGAU «NMIC zdorov'ya detej» Minzdrava Rossii. – M., 2019. – 112 p. (in Russian)]
6. Рюмина И.И. Смеси на основе козьего молока при выборе искусственного вскармливания новорожденного и ребенка первого года жизни // Медицинский совет. – 2021. – №1. – С. 30-35. [Rjumina I.I. Medicinskij sovet. Medical advice. – 2021. – N1. – P. 30–35. (in Russian)]
7. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 22 апреля 2024 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560/>. [Tehnicheskij reglament Tamozhennogo Sojuza TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishhevoj produkcii» (s izmenenijami na 22 aprelja 2024 goda). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560/>. (in Russian)]
8. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания». URL: <https://docs.cntd.ru/document/902352823/>. [Tehnicheskij reglament Tamozhennogo Sojuza TR TS 027/2012 «O bezopasnosti otdel'nyh vidov specializirovannoj pishhevoj produkcii, v tom chisle dieticheskogo lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya». URL: <https://docs.cntd.ru/document/902352823/>. (in Russian)]
9. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» (с изменениями на 23 июня 2023 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562>. [Tehnicheskij reglament Tamozhennogo Sojuza TR TS 033/2013 «O bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii» (s izmenenijami na 23 ijunja 2023 goda). URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562>. (in Russian)]
10. Ambalavanan A., Chang L., Choi J. et al. Human milk oligosaccharides are associated with maternal genetics and respiratory health of human milk-fed children // Nat Commun. – 2024. – V.15, N1. – P. 7735.
11. Balthazar C.F., Teixeira S., Bertolo MRV. et al. Bioactivity and volatile compound evaluation in sheep milk processed by ohmic heating // Journal of Dairy Science. – 2024. – V.107, N1. – P. 155-168.
12. Beghin L., Tims S., Roelofs M., Rouge et al. Fermented infant formula (with Bifidobacterium Breve C50 and Streptococcus Thermophilus O65) with prebiotic oligosaccharides is safe and modulates the gut microbiota towards a microbiota closer to that of breastfed infants // Clinical Nutrition. – 2021. – N40. – P. 778-787.

13. Coppa G.V., Pierani P., Zampini L. et al. Lactose, oligosaccharide and monosaccharide content of milk from mothers delivering preterm newborns over the first month of lactation // *Minerva Pediatrics*. – 1997. – N49. – P. 471-475.
14. De Oliveira I.K.C.P., Salles H.O., Dos Santos K.M.O. et al. Proximate composition determination in goat cheese whey by near infrared spectroscopy (NIRS) // *PeerJ*. – 2020. – N8. – P. e8619.
15. Devi S., Gandhi K., Sao K., Arora S., Kapila S. Sheep milk: an upcoming functional food // *SSRN Electronic Journal*. – 2019. – P. 72-77. DOI:10.2139/ssrn.3440961 <https://www.researchgate.net/publication/335771304>
16. Donovan S.M., Aghaeepour N., Andres A. et al. Evidence for human milk as a biological system and recommendations for study design-a report from “Breastmilk Ecology: Genesis of Infant Nutrition (BEGIN)” Working Group 4. // *American Journal Clinical Nutrition*. – 2023. – N117, Suppl.1. – P. 61-86.
17. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies Scientific opinion on the suitability of goat milk protein as a source of protein in infant formulae and in follow-on formulae // *EFSA Journal*. – 2012. – N10. – P. 2603.
18. Giblin L., Yalçın A.S., Biçim G. et al. Whey proteins: targets of oxidation, or mediators of redox protection // *Free Radic Res*. – 2019. – N53, Suppl.1. P. 1136-1152.
19. Hatziminaoglou Y., Boyazoglu J. The goat in ancient civilisations: from the Fertile Crescent to the Aegean Sea // *Small Ruminant Res*. – 2004. V.51, N2. – P. 123-129.
20. He X., Sotelo-Orozco J., Rudolph C., Lönnerdal B., Slupsky C.M. The role of protein and free amino acids on intake, metabolism, and gut microbiome: a comparison between breast-fed and formula-fed rhesus monkey Infants // *Frontiers in Pediatrics*. – 2020. – N7. – P. 563.
21. Jianqin S., Leiming X., Lu X., Yelland G.W., Ni J., Clarke A.J. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk // *Nutrition Journal*. – 2016. – N15, Article number 35.
22. Kazimierska K., Kalinowska-Lis U. Milk proteins-their biological activities and use in cosmetics and dermatology // *molecules*. – 2021. – V.26, N11. – P. 3253.
23. Kosuwon P., Lao-Araya M., Uthaisangsook S., Lay C., Bindels J., Knol J., Chatchatee P. A synbiotic mixture of ScGOS/LcFOS and Bifidobacterium breve M-16V increases faecal Bifidobacterium in healthy young children // *Beneficial Microbes*. – 2018. – N9. – P. 541-552.
24. Lara-Villoslada F., Olivares M., Xaus J. The balance between caseins and whey proteins in cow's milk determines its allergenicity // – 2005. – N88. – P. 1654-1660.
25. Lemoine A., Tounian P., Adel-Patient K., Thomas M. Pre-, pro-, syn-, and postbiotics in infant formulas: what are the immune benefits for infants? // *Nutrients*. – 2023. – N15. – P. 1231.
26. Li Y., Zhang Y., Zhou Y., Zhang Y., Zheng M. A novel and controllable method for simultaneous preparation of human milk fat substitutes (OPL, OPO and LPL): two-step enzymatic ethanolsis-esterification strategy // *Food Research International*. – 2023. – N163. – P. 112168.
27. Maldonado J., Cañabate F., Sempere L. et al. Human milk probiotic *Lactobacillus fermentum* CECT5716 reduces the incidence of gastrointestinal and upper respiratory tract infections in infants // *Journal Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. – 2012. – N54. – P. 55-61.
28. Millar C., Jiang C., Norris G., Blesso C. Milk polar lipids reduce atherogenic lipoprotein cholesterol and attenuate atherosclerosis development in LDL-receptor knockout mice fed a western-type diet (P06-051-19) // *Current Developments in Nutrition*. – 2019. – N3, Suppl.1. – P. 561.
29. Mulet-Cabero A.I., Torcello-Gomez A., Saha S. et al. Impact of caseins and whey proteins ratio and lipid content on in vitro digestion and ex vivo absorption // *Food Chem*. – 2020. – N319. – P. 126514.
30. Patro-Goląb B., Zalewski B.M., Kouwenhoven S.M. et al. Protein concentration in milk formula, growth, and later risk of obesity: a systematic review // *Journal of Nutrition*. – 2016. – V.146, N3. – P. 551-564.
31. Phosanam A., Chandrapala J., Huppertz T., Adhikari B., Zisu B. In vitro digestion of infant formula model systems: influence of casein to whey protein ratio // *International Dairy Journal*. – 2021. – N117. – P. 105008.
32. Plaza-Diaz J., Ruiz-Ojeda F.J., Morales J. et al. // Effects of a novel infant formula on weight gain, body composition, safety and tolerability to infants: the INNOVA 2020 study // *Nutrients*. – 2023. – N15. – P. 147.
33. Quinn E. M., Slattery H., Thompson A.P. et al. Mining milk for factors which increase the adherence of *Bifidobacterium longum* subsp. *Infantis* to intestinal cells // *Foods*. – 2018. – N7. – P. 196.
34. Ramirez-Farias C., Oliver J.S., Schlezinger J., Stutts J.T. Tolerance of infants fed a hydrolyzed rice infant formula with 2'-Fucosyllactose (2'-FL) Human milk oligosaccharide (HMO) // *Nutrients*. – 2024. – V.16, N12. – P. 1863.
35. Ren X., Yan J., Bi Y. et al. Human milk oligosaccharides are associated with lactation stage and lewis phenotype in a chinese population // *Nutrients*. – 2023. – V.15, N6. – P. 1408.
36. Rezaei R., Wu Z., Hou Y. et al. Amino acids and mammary gland development: nutritional implications for milk production and neonatal growth // *Journal of Animal Science and Biotechnology* – 2016. – N7. – P. 20.

37. Riedy H., Bertrand K., Chambers C., Bandoli G. The association between maternal psychological health and human milk oligosaccharide composition // *Breastfeed Med.* – 2024. – V.19, N11. – P. 837-847.
38. Stuivenberg G.A., Burton J.P., Bron P.A. et al. Why are bifidobacteria important for infants? // *Microorganisms.* – 2022. – V.10, N2. – P. 278.
39. Tinghäll Nilsson U., Hernell O., Lönnerdal B. et al. Low-protein formulas with Alpha-lactalbumin-enriched or Glycomacropeptide-reduced whey: effects on growth, nutrient intake and protein metabolism during early infancy: a randomized, double-blinded controlled trial // *Nutrients.* – 2023. – V.15, N4. – P. 1010.
40. Tinghäll Nilsson U., Lönnerdal B., Hernell O. et al. Low-protein infant formula enriched with Alpha-lactalbumin during early infancy may reduce insulin resistance at 12 months: A Follow-Up of a Randomized Controlled Trial // *Nutrients.* – 2024. – V.16, N7. – P. 1026.
41. Vacca G.M., Stocco G., Dettori M.L. et al. Milk yield, quality, and coagulation properties of 6 breeds of goats: Environmental and individual variability // *Journal of Dairy Science.* – 2018. – V.101, N8. – P. 7236-7247.
42. Valles Y., Artacho A., Pascual-Garcia A. et al. Microbial succession in the gut: directional trends of taxonomic and functional change in a birth cohort of Spanish infants // *PLoS Genet.* 2014. – V.10, N6. – P. e1004406.
43. Wood E.L., Christian D.G., Arafat M. et al. Adjustment of whey: Casein ratio from 20:80 to 60:40 in milk formulation affects food intake and brainstem and hypothalamic neuronal activation and gene expression in laboratory mice // *Foods.* – 2021. – N10. – P. 658.

Информация об авторах

Легонькова Татьяна Ивановна – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой пропедевтики детских болезней и факультетской педиатрии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: legonkova@yandex.ru

Казначеев Константин Сергеевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры педиатрии лечебного факультета ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: kaznatcheev@mail.ru

Скидан Игорь Николаевич – кандидат медицинских наук, медицинский директор ООО «Голдим Рус», Санкт-Петербург, Россия. E-mail: i.skidan@goattiny.ru

Штыкова Ольга Николаевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики детских болезней и факультетской педиатрии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: doctoros@mail.ru

Дейнеко Ольга Яковлевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики детских болезней и факультетской педиатрии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: odeineko68@mail.ru

Аршанская Оксана Дмитриевна – ассистент кафедры пропедевтики детских болезней и факультетской педиатрии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: oksana-kod2010@mail.ru

Марченкова Юлия Викторовна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики детских болезней и факультетской педиатрии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: tolerant.psycho@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 28.03.2025

Принята к печати 25.09.2025