

УДК 613.287.8+613.221+637.14.04/07  
DOI: 10.56871/CmN-W.2024.65.60.006

## УНИКАЛЬНОСТЬ СОСТАВА КОЗЬЕГО МОЛОКА И ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОРМУЛ НА ЕГО ОСНОВЕ У МЛАДЕНЦЕВ, ЛИШЕННЫХ ГРУДНОГО МОЛОКА

© Наталья Михайловна Богданова

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

### Контактная информация:

Наталья Михайловна Богданова — к.м.н., доцент кафедры пропедевтики детских болезней с курсом общего ухода за детьми. E-mail: natasha.bogdanov@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4516-4194> SPIN: 2942-0165

**Для цитирования:** Богданова Н.М. Уникальность состава козьего молока и преимущества использования формул на его основе у младенцев, лишенных грудного молока // Children's Medicine of the North-West. 2024. Т. 12. № 2. С. 74–88. DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2024.65.60.006>

Поступила: 26.01.2024

Одобрена: 21.03.2024

Принята к печати: 05.06.2024

**Резюме.** В статье представлен обзор научной литературы по особенностям состава козьего молока. Отмечено, что цельное молоко любых сельскохозяйственных животных, в том числе и коз, не рекомендовано для употребления детьми грудного возраста, так как их состав не соответствует грудному молоку и организм младенцев не способен к адекватному перевариванию и усвоению филогенетически не предусмотренной пищи. Отражено, что применение инновационных технологий при производстве адаптированных молочных формул на основе козьего молока для младенцев позволяет сохранить все естественные ценные компоненты сырья. Приведены клинические исследования, подтверждающие эффективность использования стартовых формул на основе козьего молока.

**Ключевые слова:** грудное молоко, коровье молоко, козье молоко,  $\alpha$ S1-казеин,  $\alpha$ S2-казеин,  $\beta$ -казеин,  $\beta$ -казоморфин, олигосахара, адаптированная молочная формула

## THE UNIQUENESS OF THE COMPOSITION OF GOAT'S MILK AND THE ADVANTAGES OF USING FORMULAS BASED ON IT IN INFANTS DEPRIVED OF BREAST MILK

© Natalia M. Bogdanova

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

### Contact information:

Natalia M. Bogdanova — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Propaedeutics of Children's Diseases with a course of general child care. E-mail: natasha.bogdanov@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4516-4194> SPIN: 2942-0165

**For citation:** Bogdanova NM. The uniqueness of the composition of goat's milk and the advantages of using formulas based on it in infants deprived of breast milk. Children's Medicine of the North-West. 2024;12(2):74–88. DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2024.65.60.006>

Received: 26.01.2024

Revised: 21.03.2024

Accepted: 05.06.2024

**Abstract.** The article presents a review of the scientific literature on the peculiarities of the composition of goat's milk. It is noted that whole milk of any farm animals, including goats, is not recommended for use by infants, since their composition does not correspond to breast milk and the body of infants is not capable of adequate digestion and assimilation of phylogenetically unsupported food. It is reflected that the use of innovative technologies in the production of adapted dairy formulas based on goat's milk for infants allows you to preserve all the natural valuable components of raw materials. Clinical studies confirming the effectiveness of using starter formulas based on goat's milk are presented.

**Keywords:** breast milk, cow's milk, goat's milk,  $\alpha$ S1-casein,  $\alpha$ S2-casein,  $\beta$ -casein,  $\beta$ -casomorphin, oligosaccharide, adapted milk formula

## ВВЕДЕНИЕ

Полноценное, правильно организованное питание способно оказать протективное долгосрочное влияние на здоровье. Особенно это актуально для растущего организма, поскольку переход на лактотрофное питание запускает в нем значимые процессы: формирование кишечного микробиома, эпителиального барьера, иммунной и центральной нервной систем [1].

Несмотря на широкое распространение в питании детей и взрослых коровьего молока и продуктов, приготовленных на его основе, особый интерес народов разных стран мира на протяжении многих веков привлекало и продолжает привлекать козье молоко (GM).

Традиционно GM прописывалось в аюрведической (*аюрведа* — искусство здорового образа жизни, при котором все вредоносные влияния внешней среды бессильны перед безупречным здоровьем) практике в качестве лекарства. О его пользе писал Абу Али ибн Сина (Авиценна) утверждая, что оно позволяет сохранить здоровье и ясность ума. Гиппократ использовал целебные свойства данного продукта для лечения легочных и желудочных болезней.

В Средние века для лечения детей, больных рахитом, широко использовался сыр, изготовленный из GM.

В начале XX столетия толчком к изучению благотворных качеств и состава GM стали наблюдения за младенцами, которые не получали материнского молока. Смертность детей, в питании которых вместо грудного молока (ГМ) использовали козье, была значительно ниже, чем среди тех, кто кормился коровьим молоком.

В 1900 г. Парижская академия медицинских наук официально признала GM высокодиетическим продуктом и рекомендовала его для питания детей и людей с ослабленным здоровьем. В России того времени активным пропагандистом GM считался детский врач и диетолог В.Н. Жук, автор популярной книги «Мать и дитя». При его деятельной поддержке и участии в пригороде Санкт-Петербурга была организована ферма по разведению особой породы коз, привезенной по специальному заказу правительства из Швейцарии [2].

В настоящее время активно обсуждаются преимущества от потребления GM для организма человека, включая гипоаллергенность, улучшение гастроинтестинальных расстройств, скорость роста, минеральную плотность костей, уровень в сыворотке крови холестерина, кальция, витамина А, тиамина, рибофлавина, ниацина и др. Однако большей частью утверждения о пользе GM основаны на неофициальных данных, которые используются в отраслевых рекламных материалах и в средствах массовой информации [3].

Например, одна из основных характеристик GM, которая способствовала его привлекательности в качестве альтернативы коровьему, — более низкая аллергенность. Так, чтобы избежать потребление коровьего молока у детей с его непереносимостью, семьи часто переходят на козье. До 90-х годов XX столетия имелись единичные работы, свидетельствующие о его слабой сенсибилизации на организм при аллергии на белок коровьего молока (АБКМ) [4, 5].

АБКМ — наиболее распространенный вид пищевой аллергии в раннем детстве, в то время как у взрослых частота ремиссии к данному белку составляет 85–90% [6]. В обзоре, опубликованном в *J. Dairy Sci* (1980) отмечено, что во многих случаях при переводе пациентов на GM клиническая картина АБКМ не улучшалась [7].

C. Ballabio и соавт. (2011) исследуя индивидуальные образцы молока от 25 коз с различными генотипами  $\alpha$ S1-CN (самая большая из трех подфракций  $\alpha$ -казеина) с помощью SDS-PAGE и иммуноблоттинга (ИБ) с использованием моноклональных антител, специфичных к бычьему  $\alpha$ -казеину ( $\alpha$ -CN) и сывороток детей, страдающих аллергией на коровье молоко, показал, что сенсибилизация GM является функцией генетического полиморфизма  $\alpha$ S1-CN. Более низкая реактивность отмечена для образцов с нулевыми генотипами  $\alpha$ S1-CN (0101 или 01F). Эта работа подтвердила, что необходимо соблюдать осторожность, прежде чем предлагать GM пациентам с аллергией на БКМ как альтернативный продукт [8].

К такому же заключению пришли M. Lisson и соавт. (2014), которые указали, что хотя генетические варианты казеинов жвачных животных и различаются по своей аллергенности, они обладают высокой гомологией (>80–90%) и имеют сходные структурные, функциональные и биологические свойства. Например, последовательности  $\alpha$ s1-,  $\alpha$ s2- и  $\beta$ -казеинов коровы, козы и овцы имеют 87–98% гомологии [9]. И поэтому возникающая перекрестная реактивность IgE-антител коз и буйволов с казеинами коровьего молока ограничивает применение продуктов на их основе больным с АБКМ [10].

В настоящее время детям, страдающим АБКМ, в зависимости от формы и степени тяжести рекомендовано назначать продукты на основе глубокого гидролиза коровьего белка (сывороточного или казеинового) или аминокислотные формулы [11, 12].

## ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ КОЗЬЕГО МОЛОКА ОТ КОРОВЬЕГО

### 1. Белковый компонент молока

Козье и коровье молоко — казеин-преобладающие продукты, поскольку основные белки

представлены на 80% казеиновыми (CN) и только на 20% сывороточными (глобулины —  $\beta$ -LG и альбумины —  $\alpha$ -LA).

Анализ состава основных питательных образцов молока, проведенный в National Milk Laboratories (Wolverhampton, UK, 2019), отметил, что по сравнению с коровьим, GM имеет более низкую концентрацию общего белка и казеина в частности [13].

Казеиновая фракция включает разные типы:  $\alpha$ S1-CN,  $\alpha$ S2-CN,  $\alpha$ S3-CN (доля  $\alpha$ S3-CN составляет менее 3%, поэтому редко упоминается в литературе),  $\beta$ -CN,  $\kappa$ -CN [7].

Белки GM отличаются от белков коровьего молока. В первом преобладают белки с низкой молекулярной массой ( $\alpha$ -LA и  $\beta$ -CN), что облегчает их переваривание протеолитическими ферментами, снижает сенсбилизацию и аллергическую настроенность не только со стороны желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), но и всего организма в целом [7]. Кроме этого, M.E. Pintado и F.X. Malcata (2000) обнаружили более быстрый гидролиз и усвоение  $\beta$ -лактоглобулина GM [14], а C. Bevilacqua (2001) предположил, что низкое содержание  $\alpha$ S1-CN в GM способствует более эффективному перевариванию  $\beta$ -лактоглобулина [15].

На стыке веков активно изучали свойства  $\alpha$ -казеина GM. Предложена гипотеза генетической регуляции продукции  $\alpha$ S1-CN. Установлено, что по меньшей мере 10 различных генетических вариантов влияют на экспрессию фенотипа  $\alpha$ S1-CN, которые связаны с породой коз, составом молока и коагуляционными свойствами [16, 17]. Позже сообщили, что у коз около 16 аллелей ассоциированы с синтезом белка  $\alpha$ S1-CN [18].

C. Сево и соавт. (2012) в своей работе показали, что генетические полиморфизмы в локусе  $\alpha$ S1-CN влияют как на структуру, так и на состав глобул молочного жира. Отмечено даже, что в середине лактации козы с генотипом  $\alpha$ S1-CN продуцируют более крупные жировые глобулы с низким уровнем полярных липидов в мембране молочных жировых глобул (MFGM), чем козы с нулевым генотипом  $\alpha$ S1-CN [19].

В последнее время клиническое значение приобретает  $\beta$ -казеиновая фракция белка. У гена, отвечающего за производство  $\beta$ -CN, есть два распространенных аллеля: A1 и A2, особенностью которых является наличие разных аминокислот в 67-м положении. Так, в аллеле A1 присутствует аминокислота гистидин, а в A2 — пролин. В молоке коз и овец практически отсутствует  $\beta$ -CN-A1 и молоко этих животных иногда называют молоко A2 [20, 21].

Попадая в желудок под действием пептидаз из  $\beta$ -CN-A1 образуются  $\beta$ -казоморфины: БКМ-5, БКМ-7, БКМ-9, которые могут выступать лигандами к опиоидным рецепторам. В экспериментах на животных показано, что пероральное применение

$\beta$ -казоморфинов влияет на моторику пищеварительного тракта и проявляет анальгетический эффект [9, 22, 23]. При переваривании  $\beta$ -CN-A2 этого не происходит [21, 24].

Установлено, что БКМ-7 замедляет моторику кишечника, вызывает вздутие живота, абдоминальную боль, повышает синтез провоспалительных цитокинов (миелопероксидазы и IL-4) и фекального кальпротектина [20, 25, 26].

В исследовании J.S.J. Chia и соавт. (2017) приведены доказательства того, что БКМ-7, производный от  $\beta$ -CN-A1, служит триггером развития сахарного диабета 1-го типа у людей с наследственной предрасположенностью [27]. Кроме этого, БКМ-7 рассматривается как возможная причина развития синдрома внезапной смерти у детей и формирования таких психоневрологических расстройств, как аутизм и шизофрения [28].

Отмечена разница в усвоении белков козьего и коровьего молока *in vitro*. Так, полностью гидролизуются трипсином 96% козьего казеина и только 76–90% коровьего [29]. Низкое содержание или полное отсутствие в GM  $\alpha$ S1-казеина, как показано выше, при относительно высоком содержании альбуминов способствует образованию мягкого нежного сгустка и мелких неплотных хлопьев, облегчая переваривание молока протеолитическими ферментами [15, 21, 26–31].

По аминокислотному составу GM мало чем отличается от коровьего. В GM содержится несколько больше лейцина, а коровьем — изолейцина. Количество валина одинаково в обоих видах молока. В GM относительно ниже содержание эссенциальной аминокислоты лизина, но выше уровень незаменимой для детского организма аминокислоты гистидина, а также серосодержащей аминокислоты цистина, которая способна связывать тяжелые металлы и признана одним из мощных антиоксидантов [32].

Особенно необходимо выделить в GM высокий уровень таурина, который в 20–40 раз превышает таковой в коровьем [33]. Таурин участвует в образовании солей желчных кислот, осморегуляции, антиоксидантной защите, транспорте кальция, деятельности центральной нервной системы, регулировании артериального давления, уменьшает сердечно-сосудистые нарушения [34], повышает толерантность к физической нагрузке, благодаря чему его часто используют в комбинации со стероидами для улучшения метаболических процессов [35].

Особую важность представляют содержащиеся в GM факторы роста, способные стимулировать клеточный рост и экспрессию различных функций. В исследованиях на лабораторных животных установлено, что трансформирующий фактор роста  $\beta$  (TGF- $\beta$ ) уменьшает выраженность воспалительной

реакции, индуцирует синтез секреторного IgA в кишке и участвует в формировании иммунологической толерантности [36, 37]. Инсулиноподобный фактор роста 1 (IGF-1) регулирует процессы роста костной и хрящевой ткани, обеспечивая тем самым профилактику остеопороза, а также стимулирует созревание кишечника у крыс [36, 38].

Следует отметить, что как и в коровьем, так и в GM присутствует сложная ферментная система плазмينا, состоящая из плазмина (PL), плазминогена (PG), активаторов плазминогена (PA), ингибиторов активатора плазминогена и плазмина [39].

Впервые именно I. Politis и соавт. (1994) продемонстрировали, что тканевые активаторы плазминогена (t-PA) находятся в казеиновой и сывороточной фракциях GM, а активаторы урокиназного плазминогена (u-PA), помимо этого, еще и в соматических клетках [39].

Электрофоретические исследования A.J. Trujillo (1997) показали, что плазмин гидролизует одни и те же области  $\beta$ -казеина в коровьем и GM [40]. Система плазмينا также участвует в инволюции молочной железы. Причем более высокая активность PL и PA наблюдается у коров поздней лактации [41].

Влияние казеиновых фракций на состояние кишечной микробиоты оценивали методом секвенирования гена *16SpPHK* у экспериментальных животных. В ходе исследования выявлена корреляционная связь  $\beta$ -казеина с бактериями родов *Enterococcus* и *Allobaculum*, а  $\alpha$ S1-казеина — с микроорганизмами родов *Akkermansia*, *Bifidobacterium* и *Eubacterium*. Отмечено, что при кормлении мышей GM формирование кишечного микробиома происходило несколько активнее, и показатели метаболизма пирувата, нуклеотидов и линолевой кислоты были существенно выше, чем при использовании коровьего молока [42].

В одной из последних научных работ изучены преимущества пептидов GM и доказано, что они обладают потенциалом ингибировать чрезмерную экспрессию IL-6 и контролировать заболевание COVID-19. В этом исследовании с помощью компьютерного анализа *in silico* идентифицировали пептиды, полученные из  $\beta$ -лактоглобулина, который инактивирует как вирус, так и его рецепторы в клетке-хозяине. При этом исследуемые пептиды-кандидаты: *YLGYLEQLLR*, *VLVLDTDYK* и *AMKPWIQPK* с сильными конформациями продемонстрировали способность связываться с рецептором IL-6, подавляя активность вируса SARS-CoV-2, не оказывая негативного воздействия на другие белки иммунной системы [43].

## 2. Жировой компонент молока

Жир козьего молока напоминает жир коровьего по отношению к липидным фракциям цельного

молока и сливок, содержащим от 97 до 99% свободных липидов, из которых 97% находятся в форме триглицеридов. Связанные липиды (1–3%) представлены нейтральным жиром, гликолипидами и фосфолипидами.

Основными отличительными критериями жирового состава GM являются, во-первых, сравнительно малый размер жировых глобул, которые примерно в 10 раз меньше таковых коровьего молока, и, во-вторых, то, что обезжиренное GM имеет больше свободных липидов, чем коровье [7, 44].

В GM отсутствует агглютинин, который «склеивает» жировые глобулы. Поэтому мелкие глобулы создают большую поверхность, доступную для воздействия панкреатической липазы, обеспечивая относительно высокую усвояемость жира GM по сравнению с коровьим [44, 45].

Кроме этого, особенностью жира GM выступает его жирнокислотный состав: в нем значительно выше содержание коротко- и среднецепочечных жирных кислот (КЦЖК и ТСЦ: капроновой, каприловой, каприновой, лауриновой и миристиновой [7].

Хорошо известно, что КЦЖК — энергетический субстрат для энтероцитов, который восстанавливает поврежденные клетки слизистой оболочки кишечника, что улучшает транспорт нутриентов через базолатеральную мембрану [46].

ТСЦ всасываются в кишечнике непосредственно в венозную сеть, минуя лимфатическую, без участия панкреатической липазы и желчных кислот, что облегчает усвоение козьего жира, в отличие от коровьего [47].

КЦЖК и ТСЦ обладают антибактериальными и противовирусными свойствами, а также растворяют отложения холестерина.

По содержанию ненасыщенных жирных кислот GM превосходит коровье, так как включает большее количество мононенасыщенных (МНЖК) и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) с их производными, такими как эйкозапентаеновая (EPA), докозапентаеновая (DPA) и докозагексаеновая (DHA) кислоты, которые оказывают благотворное влияние на все ткани и органы человека [7, 13].

Система липопротеиновой липазы (ЛПЛ) GM ниже, чем у коровьего. Она более плотно связана с жировыми глобулами (по сравнению с мицеллами казеина у коров) и имеет выраженную корреляционную связь со спонтанным липолизом (липолиз при 4 °C). На активность ЛПЛ животных влияют стадия лактации, частота доения, голодание и прием липидных добавок [48].

## 3. Углеводный компонент молока

Главный углевод GM, как и любого другого вида, — лактоза, концентрация которой сопоставима в козьем и коровьем молоке.

Второй углеводный ингредиент ГМ — олигосахариды (ОКМ), уровень которых в 4–10 раз выше, а палитра их структуры более разнообразна, чем в коровьем [49–52]. В общей сложности в ГМ содержится около 40 различных олигосахаридов [52, 53].

Профиль ОКМ, в отличие от коровьего, похож на олигосахариды грудного молока (ОГМ). Поэтому они могут считаться естественным источником человеческих олигосахаридов, положительно воздействующих на здоровье лиц, принимающих ГМ [54].

Функции олигосахаридов связаны с биологическими и антибактериальными свойствами. Достигая тонкой кишки, олигосахара стимулируют рост комменсальной микробиоты, блокируют рецепторы патогенных микроорганизмов, ингибируют термостабильную фракцию энтеротоксина *E. coli*, препятствуют взаимодействию лейкоцитов и эндотелиальных клеток, выполняя тем самым антивоспалительную функцию [54].

На моделях экспериментальных животных с гаптен-индуцированным и декстран-сульфат-натрия индуцированным колитом продемонстрирован противовоспалительный эффект ОКМ [55, 56].

#### 4. Минеральные вещества и витамины молока

Минералы необходимы человеческому организму, так как играют множество жизненно важных функций, включая, но не ограничиваясь ими, активацию кофакторов, ферментов, металлопротеинов, формирование костей, транспорт кислорода и др.

Молоко коз и коров содержит высокие конгруэнтные концентрации кальция и фосфора. При этом обеспеченность ГМ йодом, калием, медью, марганцем, молибденом выше, а натрием, серой, цинком — ниже, чем у коровьего [57].

В некоторых статьях говорится о меньших значениях железа в ГМ [58, 59], что связывают с генетической вариабельностью молочных пород коз, климатогеографическими зонами расположения пастбищ, различиями в составе кормов. Но, несмотря на это, в отдельных экспериментальных исследованиях отмечена лучшая биоусвояемость железа и кальция из ГМ в сравнении с коровьем [60, 61].

Как в любом молоке, в молоке обсуждаемых сельскохозяйственных животных определяют практически идентичное содержание некоторых витаминов, а именно:  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_6$ , D [15, 57, 62]. Однако имеются и отличия. Так, в ГМ, по сравнению с коровьим, уровень аскорбиновой кислоты и ретинола выше, а фолатов и витамина  $V_{12}$ , необходимых для нормального кроветворения, ниже [61, 62].

Недостаточное содержание в ГМ ряда эссенциальных пищевых факторов, витаминов и микроэлементов, в частности, витамина  $V_{12}$ , фолиевой кислоты и железа может приводить к анемии, со-

провождаться нарушениями развития центральной нервной системы и становления иммунного ответа.

Иллюстрацией к сказанному служит работа С.А. Elvehjem (1953), проведенная еще в середине прошлого века, но не потерявшая актуальности и в наши дни. В своем научном труде автор показал, что при кормлении крыс ГМ они имели замедление темпа роста, чем когда им давали коровье молоко. Добавление фолиевой кислоты и цианокобаламина в рацион лабораторных животных способствовало ускорению ростовых показателей. Кроме экспериментальных изысканий, клинические наблюдения зарегистрировали случаи тяжелой анемии у младенцев, связанной с получением ГМ. В связи с чем даже был введен термин «анемия козьего молока» [63].

Дефицит фолиевой кислоты и витамина  $V_{12}$  у детей, получавших исключительно ГМ, стал предметом исследований в 1970 г. мегалобластной анемии и продолжает вызывать озабоченность сегодня [64–66].

#### 5. Клеточные компоненты молока

Давно известно, что молоко коз естественным образом содержит повышенные уровни соматических клеток (SCC) и некоторые виды изофлавоноидов по сравнению с коровами ввиду апокринной секреторной системы молочной железы [13, 67]. Особые живые защитные клетки SCC уничтожают болезнетворные бактерии в кишечнике и стимулируют рост полезной микробиоты. Фитоэстрогены, включая лигнаны, изофлавоны и куместаны (в частности эквол), связывают со снижением риска сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2-го типа, некоторых видов рака, а также симптомов остеопороза, метаболического синдрома и менопаузы [13].

#### АДАПТИРОВАННЫЕ МОЛОЧНЫЕ ФОРМУЛЫ НА ОСНОВЕ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Хотя ГВ — наиболее подходящий способ кормления младенцев в первые месяцы жизни, большинство младенцев перестают получать грудь матери в этот период жизни [68–72].

По данным Федеральной службы государственной статистики России на декабрь 2020 года, количество детей, получающих грудь матери в возрасте от 3 до 6 месяцев, составляло 43,9% и от 6 до 12 месяцев — 39,2% [71]. При этом средняя продолжительность исключительно ГВ (когда ребенок получает только грудь своей биологической матери) соответствовала всего одному месяцу против рекомендуемых ВОЗ — 6 месяцев, преимущественно ГВ (наряду с грудным молоком возможен нерегулярный докорм молочной формулой в объеме не более 100 мл в сутки или другой жидкостью/густой

пищей в объеме не более 30,0 мл в сутки) — 4 месяцам, а общая продолжительность ГВ (исключительно ГВ + преимущественно ГВ) — 10,6 месяцам [72]. Среди всех регионов РФ в Москве отмечена самая низкая продолжительность ГВ: исключительно ГВ — 0,3 месяца, преимущественно ГВ — 2 месяца, любое ГВ — в среднем до 6 месяцев. Такая малая частота ГВ, вероятнее всего, обусловлена интенсивностью жизни в крупнейшем мегаполисе страны и более ранним выходом на работу матери из декретного отпуска [73].

Встречаются разные причины и обстоятельства, при которых ребенок лишается материнского молока. Но как бы там ни было, всегда следует помнить, что введение докорма или полный перевод ребенка на искусственное вскармливание (ИВ) должны быть строго обоснованными и осуществляться только в тех случаях, когда необходимость введения молочной формулы в рацион ребенка является объективной, а весь арсенал средств, направленных на стимуляцию лактации, оказался неэффективным.

В такой ситуации перед педиатром всегда встает нелегкий вопрос выбора высококачественной молочной формулы, которые, хотя и разработаны с максимальной адаптацией молока сельскохозяйственных животных к составу грудного, никогда не смогут стать его полной копией.

Рост мирового производства ГМ послужил основанием для создания молочных формул и всей линейки продуктов детского питания на его основе, поскольку цельное молоко жвачных животных, в том числе и коз, не рекомендовано для употребления детьми грудного возраста. Данное ограничение обусловлено несоответствием состава ГМ женскому и несовершенством органов ЖКТ младенца для переваривания и усвоения филогенетически не предусмотренной пищи [74–76]. Ученые доказали, что потребление детьми первого года жизни любого вида цельного молока (козьего, коровьего, овечьего и пр.) с высокой концентрацией белка и минеральных соединений нарушает функцию почек, печени, секреторную деятельность пищеварительного тракта, раздражает слизистую оболочку кишечника с последующим развитием микродиapedезных кровоизлияний, увеличивает кишечную проницаемость для пищевых белков, вызывая сенсибилизацию и азотемию [62, 74].

В связи с вышесказанным, несмотря на хорошую усвояемость молочного белка, жира, микроэлементов ГМ взрослыми, для питания детей грудного возраста необходимо использовать детские формулы на его основе, по максимуму адаптированные к «золотому стандарту»: составу женского молока [74, 77].

Во многих странах мира, в том числе и в России, доступны молочные формулы на основе козьего

молока (GMF), которые одобрены Европейским управлением по безопасности пищевых продуктов (EFSA) [78].

Систематический обзор и метаанализ четырех рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), проведенных в соответствии с рекомендациями Кокрановского руководства [79], обобщил текущие данные по эффективности использования стартовых формул на основе козьего молока (GMF) по сравнению с идентичными формулами на основе коровьего молока (CMF) и репрезентировал результаты в соответствии с отчетностью для систематических обзоров и метаанализов (PRISMA) [80]. В качестве контроля выступили дети на исключительно ГВ. Представленные данные не выявили существенных различий в антропометрических параметрах и частоте стула, а также в симптомах пищевой аллергии и(или) атопического дерматита между детьми, вскармливаемыми GMF по сравнению с CMF. Нежелательные явления были схожими в обеих группах [81].

Не вызывает сомнений, что ГМ имеет высокую пищевую ценность и полезные свойства [82, 83]. Проведенные РКИ доказали адекватность использования в питании как у здоровых детей раннего возраста, так и у малышек с выраженной недостаточностью питания GMF в сравнении с CMF. Динамика масса-ростовых прибавок на фоне получения исследуемых продуктов в группах была идентична [84, 85].

Для подтверждения безопасности и биологической ценности GMF необходима оценка вкусовых предпочтений маленьких пациентов, поскольку именно сенсорные характеристики детских молочных формул — ключевой фактор, способствующий их принятию ребенком, находящимся на ИВ.

В большинстве исследований изучалась вкусовая приемлемость обычных CMF по сравнению с формулами на основе сои или глубокого гидролиза БКМ [86–89].

Проведенное в Париже и его окрестностях многоцентровое двойное слепое РКИ оценило пищевое поведение и аппетит детей первых четырех месяцев жизни на ИВ. Всего в исследовании приняли участие 64 здоровых младенца, которых разделили на две группы с учетом предлагаемого продукта (GMF и CMF). Авторы отметили, что младенцы, получавшие GMF, демонстрировали лучший общий аппетит, чем младенцы, которых кормили CMF. Такое разнообразие в предпочтении малышек, возможно, связано различиями в составе этих формул, а именно белковых и липидных профилей. Кроме того, дети, вскармливаемые GMF, имели лучшее качество жизни. Не было никакой разницы в удовольствии от еды между группами [90]. Эти результаты показывают, что GMF может быть привлекательной альтернативой CMF.

Состав GMF существенно не отличается от CMF, но имеются некоторые особые характеристики, которые обеспечивают первому продукту технологические (физико-химические) преимущества [74, 77, 91, 92]. Скорее всего, это связано с составом сырья, используемого для производства данных формул. Установлено, что на композицию нутриентов молока влияет несколько факторов, наиболее значимыми из которых считаются: вид и возраст животного, порода, метод животноводства, сезон сбора молока, способ доения, рацион питания и длительность лактации [93–95]. Например, Н.С. Lythgoe в далеком 1940 году провел непосредственный анализ 335 образцов от отдельных коз из 21 стада в Массачусетсе. Пробы молока собирали в течение 16 месяцев. Работа подтвердила высокую индивидуальную и сезонную изменчивость общего содержания сухих веществ. В первую очередь это касалось вариабельности жирового компонента, которая была более выражена у коз, чем у коров [96].

В последнее время большое внимание при разработке детских формул уделяют биологически активным компонентам, таким как свободные аминокислоты, нуклеотиды, полиамины, факторы роста, поскольку они содержатся в грудном молоке [77].

Применение инновационных технологий при изготовлении адаптированных продуктов для младенцев позволяет сохранить все те ценные природные компоненты, которые присутствуют в цельном GM, и сбалансировать его состав в соответствии с регламентирующими документами [97, 98].

В формулах, как и в цельном молоке, остаются доминирующими  $\alpha$ -лактальбумин и  $\beta$ -CN, причем  $\beta$ -CN-A2, а также практически отсутствует  $\alpha$ S1-CN, что напоминает белковую композицию женского молока. Благодаря такой комбинации белков возможно уменьшить у младенцев симптомы пищеварительного дискомфорта (колики, вздутие, абдоминальная боль, затруднение дефекации) [74, 77].

Жировой компонент формулы обогащен эссенциальными ПНЖК класса омега-3 и омега-6, а в последнее время в них начали вводить и их производные: докозагексаеновую (DHA) и арахидоновую (ARA) жирные кислоты. Это приближает состав продукта к жирнокислотному спектру грудного молока. Биологическая роль длинноцепочечных ПНЖК состоит в синтезе эйкозаноидов (простагландинов и лейкотриенов), регулирующих процессы воспаления и иммунного ответа, а также в формировании практически всех клеточных мембран организма, особенно в нервных клетках мозга и глаз. DHA составляет около 40% всех полиненасыщенных жиров, встречающихся в головном мозге человека. В формулах удается сохранить жировые глобулы малого размера [74, 77].

Общее содержание лактозы в формулах приближено к рекомендуемому. Олигосахариды есте-

ственным образом присутствуют в детских GMF. В исследовании А. Leong и соавт. (2019) изучались пребиотические и противомикробные свойства природных олигосахаридов в детских формулах (стартовых и последующих) на основе козьего молока. Результаты доказали бифидогенные (усиление роста бифидобактерий и лактобацилл) и антипатогенные адгезивные свойства (снижение адгезии *E. coli* NCTC 10418 и *S. typhimurium*) олигосахаридов, присутствующих в продуктах. Помимо этого, в формулах определили 14 олигосахаридов, аналогичных олигосахаридам, находящимся в цельном GM. Из них пять (2'-фукозиллактоза, 3'-сиалил-лактоза, 6'-сиалиллактоза, лакто-N-гексаоза и лакто-N-неотетраоза) оказались идентичны олигосахаридам грудного молока (ОГМ). Очень важно, что эти 14 изученных ОКМ сохраняли свои свойства при тепловой обработке во время производства формул [52–54].

Молочные GMF содержат витамины и минеральные вещества в соответствии с физиологическими потребностями детей.

Учитывая низкий уровень в GM витаминов E, C, B<sub>12</sub>, фолиевой кислоты, железа, в состав продуктов обязательно добавлены эти важные нутриенты. Кроме того, в них введены: L-карнитин, таурин, холин, нуклеотиды, которые благоприятно влияют на обменные процессы в организме, развитие мозга и зрения, созревание иммунной и пищеварительной систем [74, 77].

Чрезвычайно важным аспектом при разработке молочных формул является показатель осмоляльности (количество осмотически активных частиц, находящихся в 1 л раствора), который определяется концентрацией белков и солей. Допустимая концентрация рассчитывается таким образом, чтобы нагрузка на почки находилась в пределах возможностей детского организма. Осмоляльность грудного молока — 240–280 мОсм/л, что соответствует возможностям детского организма. И не случайно данные значения служат «золотым стандартом» и рекомендованы ВОЗ для стартовых молочных формул [97, 98].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, детские молочные формулы, особенно стартовые на основе козьего молока, имеют строго сбалансированный макро- и микронутриентный состав, обогащены эссенциальными факторами питания, соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к данной категории пищевых продуктов для обеспечения оптимального роста и развития младенцев, что позволяет рассматривать их как альтернативу современным детским формулам на основе коровьего молока и использовать в питании не только

здоровых детей раннего возраста, но и при наличии легкой формы недостаточности питания.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Автор** прочитал и одобрил финальную версию перед публикацией.

**Источник финансирования.** Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

### ADDITIONAL INFORMATION

The author read and approved the final version before publication.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

### ЛИТЕРАТУРА

- Barker DJP. Sir Richard Doll Lecture. Developmental origins of chronic disease. *Public Health*. 2012;126:185–189.
- Frolova N.I., Buldakova L.R. Elixir of health. *Practical dietology*. 2012;3:58–63.
- Haenlein GFW. Goat milk in human nutrition. *Small Rumin. Res.* 2004;51:155–163.
- Lowenstein M, Speck SJ, Barnhart HM, Frank JF. Research on goat milk products: A review. *J. Dairy Sci.* 1980;63:1631–1648.
- Haenlein GFW. Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. *J. Dairy Sci.* 2001;84(11573791):2097–2115.
- Høst A. Frequency of cow's milk allergy in childhood. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 2002; 89(12487202):33–37.
- Jenness R. Composition and characteristics of goat milk: Review 1968–1979. *J. Dairy Sci.* 1980;63:1605–1630.
- Ballabio C., Chessa S., Rignanese D., Gigliotti C., Pagnacco G., Terracciano L., Fiocchi A., Restani P., Caroli AM. Goat milk allergenicity as a function of  $\alpha_{s1}$ -casein genetic polymorphism. *J. Dairy Sci.* 2011;94(21257068):998–1004.
- Villa C., Costa J., Oliveira M., Mafra I. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2018;17:137–164.
- Lisson M., Novak N., Erhardt G. Immunoglobulin E epitope mapping by microarray immunoassay reveals differences in immune response to genetic variants of caseins from different ruminant species. *J. Dairy Sci.* 2014;97(24485684):1939–1954.
- Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Хаитов Р.М. и др. Современные принципы ведения детей с пищевой аллергией. *Педиатрическая фармакология*. 2021;18(3):245–263. DOI: 10.15690/pf.v18i3.2286.
- Аллергия к белкам коровьего молока у детей. Клинические рекомендации. Утвержденные Союзом педиатров России. 2018.
- Stergiadis S., Nørskov N.P., Purup S., Givens I., Lee MRF. Comparative Nutrient Profiling of Retail Goat and Cow Milk. *Nutrients*. 2019;11(10):2282.
- Pintado M.E. & Malcata F.X. Hydrolysis of ovine, caprine and bovine whey proteins by trypsin and pepsin. *Bioprocess Engineering*. 2000;23:275–282.
- Bevilacqua C et al. Goats' milk of defective  $\alpha$ -casein genotype decreases intestinal and systemic sensitisation to beta-lactoglobulin in guinea pigs. *Journal of Dairy Research*. 2001;68:217–227.
- Martin P., Addeo P. Genetic polymorphism of casein in the milk of goats and sheep. in: *Production and Utilization of Ewe and Goat Milk; Proc. IDF/Greek National Committee of IDF/CIRVAL Seminar, Crete, Greece*. 1996:45–58.
- Clark S., Sherbon J.W. Genetic variants of  $\alpha_{s1}$ -CN in goat milk: Breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. *Small Rumin. Res.* 2000;38:135–143.
- Caroli A., Chiatti F., Chessa S., Rignanese D., Bolla P., Pagnacco G. Focusing on the goat casein complex. *J. Dairy Sci.* 2006;89(16840635):3178–3187.
- Cebo C., López C., Henry C., Beauvallet C., Ménard O., Bevilacqua C., Bouvier F., Caillat H., Martin P. Goat  $\alpha_{s1}$ -casein genotype affects milk fat globule physicochemical properties and the composition of the milk fat globule membrane. *J. Dairy Sci.* 2012;95(22921619):6215–6229.
- Хавкин А.И., Васиа М.Н., Новикова В.П. Биологическая роль казоморфинов (часть 1). *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2021;12 (196):102–109.
- Хавкин А.И., Васиа М.Н., Завьялова А.Н., Новикова В.П. Переваривание белков, казоморфины и кисломолочные продукты. *Вопросы практической педиатрии*. 2021;16(5):125–133.
- Ковалюк Н.В., Якушева Л.И., Шахназарова Ю.Ю., Кесем А.А. Сборник науч. трудов СКНИИЖ. 2019;8:4–8.
- Demmelair H., Prell C., Timby N., Lönnerdal B. *Nutrients*. 2017;9:817.
- Boutrou R., Gaudichon C., Dupont D., Jardin J., Airinei G., Marsset-B aglieri A. et al. Sequential release of milk protein- derived bioactive peptides in the jejunum in healthy humans. *Am J Clin Nutr.* 2013;97(6):1314–1323.
- Aadland E., Fagerhol M.K. Faecal calprotectin: a marker of inflammation throughout the intestinal tract. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2002;14(8):823–825.
- Хавкин А.И., Васиа М.Н., Новикова В.П. Биологическая роль казоморфинов (часть 2): роль в патологии человека. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2021;12(196):110–118.
- Chia JSJ., McRae J.L., Kukuljan S., Woodford K., Elliott R.B., Swinburn B., Dwyer K.M. A1 beta-ca-

- sein milk protein and other environmental pre-disposing factors for type 1 diabetes. *Nutr Diabetes*. 2017;7:e274.
28. Kamiński S., Cieslińska A., Kostyra E. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. *J Appl Genet*. 2007;48(3):189–198.
  29. Jasińska B. The comparison of pepsin and trypsin action on goat, cow, mare and human caseins. *Rocz. Akad. Med. Białymst.* 1995;40:486–493.
  30. Darragh A. The assessment of protein quality of goat and cow milk. Presented to the Perinatal Society of Australia and New Zealand in Adelaide. 2005.
  31. Prosser C. Characteristic and benefits of goat milk as a base for infant formula. Paper presented at the Korean Society of Pediatric Gastroenterology and Nutrition Conference, Seoul, Korea. 2004.
  32. Prosser C. Bioactive components of goat milk compared to human milk. Poster paper presented at the Perinatal Society of Australia and New Zealand (PSANZ) Conference, Adelaide, Australia. 2005.
  33. Mehaia M.A., Al-Kanhal M.A. Taurine and other free amino-acids in milk of camel, goat, cow and man. *Milchwissenschaft*. 1992;47:351–353.
  34. Militante J.D., Lombardini L.B. Treatment of hypertension with oral taurine: experimental and clinical studies. *Amino Acids*. 2002;23:381–393.
  35. Warskulat U., Flogel U., Jacoby C., Hartwig H.G., Thewissen M., Merx M.W., Molojavyi A., Heller-Stilb B., Schrader J., Haussinger D. Taurine transporter knockout depletes muscle taurine levels and results in severe skeletal muscle impairment but leaves cardiac function uncompromised. *FASEB J*. 2004. DOI:10.1096/fj.03-0496fj.
  36. Penttila I.A. et al. Immune modulation in suckling rat pups by a growth factor extract derived from milk whey. *Journal of Dairy Research*. 2001;68:587–599.
  37. Stavnezer J. Regulation of antibody production and class switching by TGF-beta. *Journal of Immunology*. 1995;155:1647–1651.
  38. Murphy M.S. Growth factors and the gastrointestinal tract. *Nutrition*. 1998;14:771–774.
  39. Politis I., White J.H., O'Hare K., Zavizion B., Gilmore J., Caler W. Distribution of plasminogen activator forms in fractions of goat milk. *J. Dairy Sci*. 1994;77(7836578): 2900–2906.
  40. Trujillo A.J., Guamis B., Carretero C. Hydrolysis of caprine  $\beta$ -casein by plasmin. *J. Dairy Sci*. 1997;80(9361197):2258–2263.
  41. Baldi A., Savoini G., Cheli F., Fantuz F., Senatore E., Bertocchi L., Politis I. Changes in plasmin-plasminogen-plasminogen activator in milk from Italian dairy cows. *Int. Dairy J*. 1996;6:1045–1053.
  42. Wang Z., Jiang S., Ma C., Huo D., Peng Q., Shao Y., Zhang J. Evaluation of the nutrition and function of cow and goat milk based on intestinal microbiota by metagenomic analysis. *Food Funct*. 2018;9(4):2320–2327.
  43. Bhavaniramya S., Sibiyi A., Alothaim A.S., Al Othaim A., Ramar V., Veluchamy A., Manikandan P., Vaseeharan B. Evaluating the structural and immune mechanism of Interleukin-6 for the investigation of goat milk peptides as potential treatments for COVID-19. *J King Saud Univ Sci*. 2022;34(4):101924.
  44. Cerbulis J., Parks O.W., Farrell Jr., H.M. Composition and distribution of lipids of goats' milk. *J. Dairy Sci*. 1982;65:2301–2307.
  45. Jenness R., Parkash S. Lack of a fat globule clustering agent in goats' milk. *J. Dairy Sci*. 1971;54:123–126.
  46. Сагитова Г.Р., Антонова А.А., Давыдова О.В. и др. Естественное вскармливание детей первого года жизни. *Астраханский медицинский журнал*. 2022;17(3):60–65. DOI: 10.48612/agmu/2022.17.3.60.65.
  47. Tappenden K.A., Thomson A.B., Wild G.E., McBurney M.I. Short-chain fatty acid-supplemented total parenteral nutrition enhances functional adaptation to intestinal resection in rats. *Gastroenterology*. 1997;112:792–802.
  48. Chilliard Y., Ferlay A., Rouel J., Lamberet G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci*. 2003;86(12778586): 1751–1770.
  49. Martinez-Ferez A., Rudloff S., Guadix A., Henkel C.A., Pohlentz G., Boza J.J., Guadix E.M., Kunz C. Goat's milk as a natural source of lactose-derived oligosaccharides: Isolation by membrane technology. *Int. Dairy J*. 2005;16:173–181.
  50. Viverge D., Grimmonprez L., Solere M. Chemical characterization of sialyl oligosaccharides isolated from goat (*Capra hircus*) milk. *Bioch. Biophys. Acta Gen. Sub*. 2007;1336:157–164.
  51. Meyrand M., Dallas D.C., Caillat H., Bouvier F., Martin P., Barile D. Comparison of milk oligosaccharides between goats with and without the genetic ability to synthesize  $\alpha$ 1-casein. *Small Rumin Res*. 2013;113(2–3):411–420.
  52. Giorgio D., Di Trana A., Claps S. Oligosaccharides, polyamines and sphingolipids in ruminant milk. *Small Rumin Res*. 2018;160:23–30.
  53. Leong A., Liu Z., Almshawit H., Zisu B., Pillidge C., Rochfort S., Gill H. Oligosaccharides in goats' milk-based infant formula and their prebiotic and anti-infection properties. *Br J Nutr*. 2019;122(4):441–449.
  54. Boehm G., Stahl B. Oligosaccharides from Milk. *J. Nutr*. 2007;137:847S–849S.

55. Daddaoua A., Puerta V., Requena P., Martinez-Ferez A., Guadix E., de Medina F.S., Zarzuelo A., Suarez M.D., Boza J.J., Matinez-Augustin O. Goat milk oligosaccharides are antiinflammatory in rats with hapten-induced colitis. *J. Nutr.* 2006;136:672–676.
56. Lara-Villoslada F., Debras E., Nieto A., Concha A., Galvez J., Lopez-Huertas E., Boza J., Obled C., Xaus J. Oligosaccharides isolated from goat milk reduce intestinal inflammation in a rat model of dextran sodium sulfate-induced colitis. *Clin. Nutr.* 2006;25:477–488.
57. Конь И.Я. Козье молоко в питании детей раннего возраста. *Детский доктор.* 2000;2:55–58.
58. Juarez M., Ramos M. Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow's milk. *Int. Dairy Fed. Buffl.* 1986;202:54–67.
59. Parkash S., Jenness R. The composition and characteristic's of goat milk: a review. *Dairy Sci. Aabstr.* 1968;30:67–87.
60. Park Y.W., Mahoney A.W., Hendricks D.G. Bioavailability of iron in goat milk compared with cow milk fed to anaemic rats. *J. Dairy Sci.* 1986;69:2608–2615.
61. Lopez A.I., Alférez MJM., Barrionuevo M., Lisbona F., Campos M.S. Influence of goat and cow milk on digestion and metabolic utilization of calcium and iron. *J. Physiol. Biochem.* 2000;56(3):201–208.
62. Национальная Программа оптимизации вскармливания детей первого года жизни в РФ. М.; 2019.
63. Elvehjem C.A. What is new in the nutritive value of milk. *J. Dairy Sci.* 1953;36:1264–1266.
64. Davidson G.P., Townley RRW. Structural and functional abnormalities of the small intestine due to nutritional folic acid deficiency in infancy. *J. Pediatr.* 1977;90(557084):590–594.
65. Ziegler D.S., Russell S.J., Rozenberg G., James C.A., Trahair T.N., O'Brien T.A. Goats' milk quackery. *J. Paediatr. Child Health.* 2005;41(16398839):569–571.
66. Basnet S., Schneider M., Gazit A., Mander G., Doctor A. Fresh goat's milk for infants: Myths and realities. *Pediatrics.* 2010;125(20231186):e973–e977.
67. Clark S, García MBM. A 100-Year Review: Advances in goat milk research *J Dairy Sci.* 2017;100(12):10026–10044.
68. Rollins N., Piwoz E., Baker P., Kingston G., Mabaso K.M., McCoy D., Ribeiro Neves P.A., Pérez-Escamilla R., Richter L., Russ K. et al. Marketing of commercial milk formula: A system to capture parents, communities, science, and policy. *Lancet.* 2023;401:486–502.
69. Baker P., Smith J.P., Garde A., Grummer-Strawn L.M., Wood B., Sen G., Hastings G., Pérez-Escamilla R., Ling C.Y., Rollins N. et al. The political economy of infant and young child feeding: Confronting corporate power, overcoming structural barriers, and accelerating progress. *Lancet.* 2023;401:503–524.
70. Pérez-Escamilla R., Tomori C., Hernández-Cordero S., Baker P., Barros A.J.D., Bégin F., Chapman D.J., Grummer-Strawn L.M., McCoy D., Menon P. et al. Breastfeeding: Crucially important, but increasingly challenged in a market-driven world. *Lancet.* 2023;401:472–485.
71. Федеральная служба государственной статистики. <https://rosstat.gov.ru/folder/13721>.
72. Грудное вскармливание в России. Итоговый отчет. Демоскоп Weekly. 2015;651–652. <http://www.demoscope.ru/weekly/2015/0651/reprod02.php>.
73. Ладодо О.Б., Жданова С.И., Зубков В.В., Кодинцова В.М., Дегтярев Д.Н., Рюмина И.И., Салагай О.О., Шешко Е.Л. Грудное вскармливание в России: проблемы и перспективы. *Общественное здоровье.* 2023,3(1):18–32. DOI: 10.21045/2782-1676-2023-3-1-18-32.
74. Гурова М.М. Смеси на основе козьего молока. Кому, зачем, как. *Медицинский совет.* 2022;16(1):128–133.
75. Sepe L., Argüello A. Recent advances in dairy goat products. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 2019;32:1306–1320.
76. Miller B.A., Lu C.D. Current status of global dairy goat production: An overview. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 2019;32:1219–1232.
77. Новикова В.П., Гурова М.М., Завьялова А.Н., Матлыгина О.А., Богданова Н.М., Яковлева М.Н., Турганова Е.А., Иванов Д.О. Навигатор по продуктам питания детей раннего возраста. В помощь практикующему педиатру учебное пособие в 3 томах/ Навигатор по специализированным продуктам для кормящих женщин и детским формулам для вскармливания детей от рождения до 3 лет. Том 1. СПб.; 2022.
78. European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) Scientific Opinion on the suitability of goat milk protein as a source of protein in infant formulae and in follow-on formulae. *EFSA J.* 2012;10:2603. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2603.
79. Higgins JPT., Thomas J., Chandler J., Cumpston M., Li T., Page MJ., Welch V.A., editors. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 6.3 (Updated February 2022)*. Cochrane, 2022. (accessed on 27 January 2023). Available online: [www.training.cochrane.org/handbook](http://www.training.cochrane.org/handbook).
80. Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D., Shamseer L., Tetzlaff J.M., Akl E.A., Brennan S.E. et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71.
81. Jankiewicz M., van Lee L., Biesheuvel M., Brouwer-Brolsma E.M., van der Zee L., Szajewska H. The Effect of Goat-Milk-Based Infant Formulas

- on Growth and Safety Parameters: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2023;15(9):2110.
82. Kumar S., Birendra K., Rajesh K., Suryamani K. Features Nutritional Features of Goat Milk Review. *Indian Journal Dairy Science*. 2012;65(4):266–273.
  83. Abbas H., Hassan F.H., Abd El-Gawad Enab A. Physicochemical Characteristics of goat's milk. *Igarss*. 2014;11(1):307–317.
  84. Grant C., Rotherham B., Sharpe S., Scragg R., Thompson J., Andrews J., Wall C., Murphy J., Lowry D. A randomised, double-blind comparison of goat milk and cow milk infant formula. *Journal of Paediatrics and Child Health*. 2005;41:564–568.
  85. Prosser C., McLaren R., Rutherford S., Hendriks A., Lowry D. Digestion of milk proteins from cow or goat milk infant formula. Abstract of poster paper presented by Dr Colin Prosser at the Paediatric Society of New Zealand. 56th Annual Scientific Meeting, Queenstown. 2003.
  86. Beauchamp G.K., Mennella J.A. Flavor Perception in Human Infants: Development and Functional Significance. *Digestion*. 2011;83,1–6.
  87. Nicklaus S. The Role of Dietary Experience in the Development of Eating Behavior during the First Years of Life. *Ann. Nutr. Metab*. 2017;70,241–245.
  88. Mennella J.A., Beauchamp G.K. Flavor experiences during formula feeding are related to preferences during childhood. *Early Hum. Dev*. 2002;68,71–82.
  89. Epifanio M., de Abreu CLM., Barros K., Oviedo J., Covic A., Ormenese RCS. Palatability and Sensory Perception of Infant Formulas for the Treatment of Cow's Milk Allergy According to Brazilian Mothers. *Biomed. J. Sci. Tech. Res*. 2020;25:18803–18810.
  90. Jung C., González Serrano A., Batard C., Seror E., Gelwane G., Poidvin A., Lavallée I., Elbez A., Brusieux M., Prosser C., Gallier S., Bellaïche M. Whole Goat Milk-Based Formula versus Whey-Based Cow Milk Formula: What Formula Do Infants Enjoy More?—A Feasibility, Double-Blind, Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 2023;15(18):4057.
  91. Young W. Park, Goat Milk: Composition, Characteristics. *Encyclopedia of Animal Science*. January 2010. In book: *Encyclopedia of Animal Science*, Edition: 2nd Chapter: Goat Milk: Composition, Characteristics. Publisher: CRC Press.
  92. Harden C.J. and Hepburn N.J. The benefits of consuming goat's milk. 2011.
  93. Stergiadis S., Berlitz C.B., Hunt B., Garg S., Ian Givens D., Kliem K.E. An update to the fatty acid profiles of bovine retail milk in the United Kingdom: Implications for nutrition in different age and gender groups. *Food Chem*. 2019;276:218–230.
  94. Currò S., De Marchi M., Claps S., Salzano A., De Palo P., Manuelian C.L., Neglia G. Differences in the Detailed Milk Mineral Composition of Italian Local and Saanen Goat Breeds. *Animals (Basel)*. 2019;9:412.
  95. Stergiadis S., Bieber A., Chatzidimitriou E., Franceschin E., Isensee A., Rempelos, Baranski M., Maurer V., Cozzi G., Bapst B. et al. Impact of US Brown Swiss genetics on milk quality from low-input herds in Switzerland: Interactions with season. *Food Chem*. 2018;251:93–102.
  96. Lythgoe H.C. Composition of goat milk of known purity. *J. Dairy Sci*. 1940;23:1097–1108.
  97. Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013)
  98. Решение Совета ЕЭК от 23.09.2022 № 143 “О внесении изменений в технический регламент Таможенного союза “О безопасности молока и молочной продукции” (ТР ТС 033/2013)”.

## REFERENCES

1. Barker DJP. Sir Richard Doll Lecture. Developmental origins of chronic disease. *Public Health*. 2012;126:185–189.
2. Frolova N.I., Buldakova L.R. Elixir of health. *Practical dietology*. 2012;3:58–63.
3. Haenlein GFW. Goat milk in human nutrition. *Small Rumin. Res*. 2004;51:155–163.
4. Lowenstein M, Speck SJ, Barnhart HM, Frank JF. Research on goat milk products: A review. *J. Dairy Sci*. 1980;63:1631–1648.
5. Haenlein GFW. Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. *J. Dairy Sci*. 2001;84(11573791):2097–2115.
6. Høst A. Frequency of cow's milk allergy in childhood. *Ann. Allergy Asthma Immunol*. 2002;89(12487202):33–37.
7. Jenness R. Composition and characteristics of goat milk: Review 1968–1979. *J. Dairy Sci*. 1980;63:1605–1630.
8. Ballabio C., Chessa S., Rignanese D., Gigliotti C., Pagnacco G., Terracciano L., Fiocchi A., Restani P., Caroli AM. Goat milk allergenicity as a function of  $\alpha_{s1}$ -casein genetic polymorphism. *J. Dairy Sci*. 2011;94(21257068):998–1004.
9. Villa C., Costa J., Oliveira M., Mafra I. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2018;17:137–164.
10. Lisson M., Novak N., Erhardt G. Immunoglobulin E epitope mapping by microarray immunoassay reveals differences in immune response to genetic variants of caseins from different ruminant species. *J. Dairy Sci*. 2014;97(24485684):1939–1954.
11. Baranov A.A., Namazova-Baranova L.S., Khaitov R.M. i dr. Sovremennye principy vedeniya detei s pischevoi allergiei. [Modern principles of management of children with food allergies]. *Pediatric pharmacology*. 2021;18(3):245–263. DOI: 10.15690/pf.v18i3.2286. (in Russian).

12. Allergiya k belkam korovego moloka u detei. [Allergy to cow's milk proteins in children]. Klinicheskie rekomendacii. Utverzdennie Soyuzom pediatrov Rossii. 2018. (in Russian).
13. Stergiadis S., Nørskov N.P., Purup S., Givens I., Lee MRF. Comparative Nutrient Profiling of Retail Goat and Cow Milk. *Nutrients*. 2019;11(10):2282.
14. Pintado M.E. & Malcata F.X. Hydrolysis of ovine, caprine and bovine whey proteins by trypsin and pepsin. *Bioprocess Engineering*. 2000;23:275–282.
15. Bevilacqua C et al. Goats' milk of defective alpha(s1)-casein genotype decreases intestinal and systemic sensitisation to beta-lactoglobulin in guinea pigs. *Journal of Dairy Research*. 2001;68:217–227.
16. Martin P., Addeo P. Genetic polymorphism of casein in the milk of goats and sheep. in: *Production and Utilization of Ewe and Goat Milk; Proc. IDF/Greek National Committee of IDF/CIRVAL Seminar, Crete, Greece*. 1996:45–58.
17. Clark S., Sherbon J.W. Genetic variants of alpha S1-CN in goat milk: Breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. *Small Rumin. Res*. 2000;38:135–143.
18. Caroli A., Chiatti F., Chessa S., Rignanese D., Bolla P., Pagnacco G. Focusing on the goat casein complex. *J. Dairy Sci*. 2006;89(16840635):3178–3187.
19. Cebo C., López C., Henry C., Beauvallet C., Ménard O., Bevilacqua C., Bouvier F., Caillat H., Martin P. Goat  $\alpha_1$ -casein genotype affects milk fat globule physicochemical properties and the composition of the milk fat globule membrane. *J. Dairy Sci*. 2012;95(22921619):6215–6229.
20. Khavkin A.I., Vasia M.N., Novikova V.P. Biologicheskaya rol kazomorfinov \_chast 1. [Biological role of casomorphins (part 1)]. *Ekspierimentalnaya i klinicheskaya gastroenterologiya*. 2021;12(196):102–109. (in Russian).
21. Khavkin A.I., Vasia M.N., Zavyalova A.N., Novikova V.P. Perevarivanie belkov kazomorfini i kislo-molochnie produkti. [Digestion of proteins, casomorphins and fermented milk products]. *Voprosi prakticheskoi pediatrii*. 2021;16(5):125–133. (in Russian).
22. Kovalyuk N.V., Yakusheva L.I., Shakhnazarova Yu.Yu., Kesem A.A. Sbornik nauch. trudov SKNIIZH. [Collection of scientific works of SKNIIZH]. 2019;8:4–8. (in Russian).
23. Demmelmair H., Prell C., Timby N., Lönnerdal B. *Nutrients*. 2017;9:817.
24. Boutrou R., Gaudichon C., Dupont D., Jardin J., Airinei G., Marsset-B aglieri A. et al. Sequential release of milk protein- derived bioactive peptides in the jejunum in healthy humans. *Am J Clin Nutr*. 2013;97(6):1314–1323.
25. Aadland E., Fagerhol M.K. Faecal calprotectin: a marker of inflammation throughout the intestinal tract. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2002;14(8):823–825.
26. Havkin A.I., Vasia M.N., Novikova V.P. Biologicheskaya rol kazomorfinov chast 2, rol v patologii cheloveka. [Biological role of casomorphins (part 2): role in human pathology]. *Ekspierimentalnaya i klinicheskaya gastroenterologiya*. 2021;12(196):110–118. (in Russian).
27. Chia JSJ., McRae J.L., Kukuljan S., Woodford K., Elliott R.B., Swinburn B., Dwyer K.M. A1 beta-casein milk protein and other environmental pre-disposing factors for type 1 diabetes. *Nutr Diabetes*. 2017;7:e274.
28. Kamiński S., Cieslińska A., Kostyra E. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. *J Appl Genet*. 2007;48(3):189–198.
29. Jasińska B. The comparison of pepsin and trypsin action on goat, cow, mare and human caseins. *Rocz. Akad. Med. Bialymst*. 1995;40:486–493.
30. Darragh A. The assessment of protein quality of goat and cow milk. Presented to the Perinatal Society of Australia and New Zelandand in Adelaide. 2005.
31. Prosser C. Characteristic and benefits of goat milk as a base for infant formula. Paper presented at the Korean Society of Pediatric: Gastroenterology and Nutrition Conference, Seul, Korea. 2004.
32. Prosser C. Bioactive components of goat milk compared to human milk. Poster paper presented at the Perinatal Society of Australia and New Zealand (PSANZ) Conference, Adelaide, Australia. 2005.
33. Mehaia M.A., Al-Kanhal M.A. Taurine and other free amino-acids in milk of camel, goat, cow and man. *Milchwissenschaft*. 1992;47:351–353.
34. Militante J.D., Lombardini L.B. Treatment of hypertension with oral taurine: experimental and clinical studies. *Amino Acids*. 2002;23:381–393.
35. Warskulat U., Flogel U., Jacoby C., Hartwig H.G., Thewissen M., Merx M.W., Molojavyi A., Heller-Stilb B., Schrader J., Haussinger D. Taurine transporter knockout depletes muscle taurine levels and results in severe skeletal muscle impairment but leaves cardiac function uncompromised. *FASEB J*. 2004. DOI:10.1096/fj.03-0496fje.
36. Penttila I.A. et al. Immune modulation in suckling rat pups by a growth factor extract derived from milk whey. *Journal of Dairy Research*. 2001;68:587–599.
37. Stavnezer J. Regulation of antibody production and class switching by TGF-beta. *Journal of Immunology*. 1995;155:1647–1651.
38. Murphy M.S. Growth factors and the gastrointestinal tract. *Nutrition*. 1998;14:771–774.
39. Politis I., White J.H., O'Hare K., Zavizion B., Gilmore J., Caler W. Distribution of plasminogen ac-

- tivator forms in fractions of goat milk. *J. Dairy Sci.* 1994;77(7836578): 2900–2906.
40. Trujillo A.J., Guamis B., Carretero C. Hydrolysis of caprine  $\beta$ -casein by plasmin. *J. Dairy Sci.* 1997;80(9361197):2258–2263.
  41. Baldi A., Savoini G., Cheli F., Fantuz F., Senatore E., Bertocchi L., Politis I. Changes in plasmin-plasminogen-plasminogen activator in milk from Italian dairy cows. *Int. Dairy J.* 1996;6:1045–1053.
  42. Wang Z., Jiang S., Ma C., Huo D., Peng Q., Shao Y., Zhang J. Evaluation of the nutrition and function of cow and goat milk based on intestinal microbiota by metagenomic analysis. *Food Funct.* 2018;9(4):2320–2327.
  43. Bhavaniramy S., Sibiyi A., Alothaim A.S., Al Othaim A., Ramar V., Veluchamy A., Manikandan P., Vaseeharan B. Evaluating the structural and immune mechanism of Interleukin-6 for the investigation of goat milk peptides as potential treatments for COVID-19. *J King Saud Univ Sci.* 2022;34(4):101924.
  44. Cerbulis J., Parks O.W., Farrell Jr., H.M. Composition and distribution of lipids of goats' milk. *J. Dairy Sci.* 1982;65:2301–2307.
  45. Jenness R., Parkash S. Lack of a fat globule clustering agent in goats' milk. *J. Dairy Sci.* 1971;54:123–126.
  46. Sagitova G.R., Antonova A.A., Davydova O.V. i dr. Yes-testvennoye vskarmlivaniye detey pervogo goda zhizni. [Natural feeding of children in the first year of life]. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2022;17(3):60–65. DOI: 10.48612/agmu/2022.17.3.60.65. (in Russian).
  47. Tappenden K.A., Thomson A.B., Wild G.E., McBurney M.I. Short-chain fatty acid-supplemented total parenteral nutrition enhances functional adaptation to intestinal resection in rats. *Gastroenterology.* 1997;112:792–802.
  48. Chilliard Y., Ferlay A., Rouel J., Lamberet G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.* 2003;86(12778586): 1751–1770.
  49. Martinez-Ferez A., Rudloff S., Guadix A., Henkel C.A., Pohlentz G., Boza J.J., Guadix E.M., Kunz C. Goat's milk as a natural source of lactose-derived oligosaccharides: Isolation by membrane technology. *Int. Dairy J.* 2005;16:173–181.
  50. Viverge D., Grimmonprez L., Solere M. Chemical characterization of sialyl oligosaccharides isolated from goat (*Capra hircus*) milk. *Bioch. Biophys. Acta Gen. Sub.* 2007;1336:157–164.
  51. Meyrand M., Dallas D.C., Caillat H., Bouvier F., Martin P., Barile D. Comparison of milk oligosaccharides between goats with and without the genetic ability to synthesize  $\alpha$ s1-casein. *Small Rumin Res.* 2013;113(2–3):411–420.
  52. Giorgio D., Di Trana A., Claps S. Oligosaccharides, polyamines and sphingolipids in ruminant milk. *Small Rumin Res.* 2018;160:23–30.
  53. Leong A., Liu Z., Almshawit H., Zisu B., Pillidge C., Rochfort S., Gill H. Oligosaccharides in goats' milk-based infant formula and their prebiotic and anti-infection properties. *Br J Nutr.* 2019;122(4):441–449.
  54. Boehm G., Stahl B. Oligosaccharides from Milk. *J. Nutr.* 2007;137:847S–849S.
  55. Daddaoua A., Puerta V., Requena P., Martinez-Ferez A., Guadix E., de Medina F.S., Zarzuelo A., Suarez M.D., Boza J.J., Matinez-Augustin O. Goat milk oligosaccharides are antiinflammatory in rats with hapten-induced colitis. *J. Nutr.* 2006;136:672–676.
  56. Lara-Villoslada F., Debras E., Nieto A., Concha A., Galvez J., Lopez-Huertas E., Boza J., Obled C., Xaus J. Oligosaccharides isolated from goat milk reduce intestinal inflammation in a rat model of dextran sodium sulfate-induced colitis. *Clin. Nutr.* 2006;25:477–488.
  57. Kon I.Ya. Koze moloko v pitanii detei rannego vozrasta. [Goat's milk in the nutrition of young children]. *Detskii doktor.* 2000;2:55–58. (in Russian).
  58. Juarez M., Ramos M. Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow's milk. *Int. Dairy Fed. Buffl.* 1986;202:54–67.
  59. Parkash S., Jenness R. The composition and characteristic's of goat milk: a review. *Dairy Sci. Aabstr.* 1968;30:67–87.
  60. Park Y.W., Mahoney A.W., Hendricks D.G. Bioavailability of iron in goat milk compared with cow milk fed to anaemic rats. *J. Dairy Sci.* 1986;69:2608–2615.
  61. Lopez A.I., Alférez MJM., Barrionuevo M., Lisbona F., Campos M.S. Influence of goat and cow milk on digestion and metabolic utilization of calcium and iron. *J. Physiol. Biochem.* 2000;56(3):201–208.
  62. Nacionalnaya Programma optimizacii vskarmlivaniya detei pervogo goda jizni v RF. [National Program for optimizing the feeding of children in the first year of life in the Russian Federation]. Moscow; 2019. (in Russian).
  63. Elvehjem C.A. What is new in the nutritive value of milk. *J. Dairy Sci.* 1953;36:1264–1266.
  64. Davidson G.P., Townley RRW. Structural and functional abnormalities of the small intestine due to nutritional folic acid deficiency in infancy. *J. Pediatr.* 1977;90(557084):590–594.
  65. Ziegler D.S., Russell S.J., Rozenberg G., James C.A., Trahair T.N., O'Brien T.A. Goats' milk quackery. *J. Paediatr. Child Health.* 2005;41(16398839):569–571.
  66. Basnet S., Schneider M., Gazit A., Mander G., Doctor A. Fresh goat's milk for infants: Myths and realities. *Pediatrics.* 2010;125(20231186):e973–e977.
  67. Clark S, García MBM. A 100-Year Review: Advances in goat milk research *J Dairy Sci.* 2017;100(12):10026–10044.
  68. Rollins N., Piwoz E., Baker P., Kingston G., Maba-so K.M., McCoy D., Ribeiro Neves P.A., Pérez-Es-

- camilla R., Richter L., Russ K. et al. Marketing of commercial milk formula: A system to capture parents, communities, science, and policy. *Lancet*. 2023;401:486–502.
69. Baker P., Smith J.P., Garde A., Grummer-Strawn L.M., Wood B., Sen G., Hastings G., Pérez-Escamilla R., Ling C.Y., Rollins N. et al. The political economy of infant and young child feeding: Confronting corporate power, overcoming structural barriers, and accelerating progress. *Lancet*. 2023;401:503–524.
  70. Pérez-Escamilla R., Tomori C., Hernández-Cordero S., Baker P., Barros A.J.D., Bégin F., Chapman D.J., Grummer-Strawn L.M., McCoy D., Menon P. et al. Breastfeeding: Crucially important, but increasingly challenged in a market-driven world. *Lancet*. 2023;401:472–485.
  71. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. [Federal State Statistics Service]. <https://rosstat.gov.ru/folder/13721>. (in Russian).
  72. Grudnoye vskarmlyvaniye v Rossii. [Breastfeeding in Russia]. *Itogovyy otchet. Demoskop Weekly*. 2015;651–652. <http://www.demoscope.ru/weekly/2015/0651/reprod02.php>. (in Russian).
  73. Ladodo O.B., Jdanova S.I., Zubkov V.V., i dr. Grudnoye vskarmlyvanie v Rossii problemi i perspektivi. [Breastfeeding in Russia: problems and prospects]. *Obschestvennoe zdorove*. 2023;3:1:18–32. DOI 10.21045/2782\_1676. (in Russian).
  74. Gurova M.M. Smesi na osnove kozego moloka. Komu zachem kak. [Goat milk based mixtures. To whom, why, how]. *Medicinskii sovet*. 2022;16(1):128–133. (in Russian).
  75. Sepe L., Argüello A. Recent advances in dairy goat products. *Asian-Australas. J. Anim. Sci*. 2019;32:1306–1320.
  76. Miller B.A., Lu C.D. Current status of global dairy goat production: An overview. *Asian-Australas. J. Anim. Sci*. 2019;32:1219–1232.
  77. Novikova V.P., Gurova M.M., Zavyalova A.N. i dr. Navigator po produktam pitaniya detei rannego vozrasta. [Navigator for food products for young children]. V pomoshch praktikuyuschemu pediatri uchebnoe posobie v 3 tomah. Navigator po specializirovannim produktam dlya kormyaschih jenschin i detskim formulam dlya vskarmlyvaniya detei ot rojdeniya do 3 let. Tom 1. Sankt-Peterburg; 2022. (in Russian).
  78. European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) Scientific Opinion on the suitability of goat milk protein as a source of protein in infant formulae and in follow-on formulae. *EFSA J*. 2012;10:2603. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2603.
  79. Higgins J.P.T., Thomas J., Chandler J., Cumpston M., Li T., Page M.J., Welch V.A., editors. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 6.3 (Updated February 2022). Cochrane, 2022. (accessed on 27 January 2023). Available online: [www.training.cochrane.org/handbook](http://www.training.cochrane.org/handbook).
  80. Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D., Shamseer L., Tetzlaff J.M., Akl E.A., Brennan S.E. et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71.
  81. Jankiewicz M., van Lee L., Biesheuvel M., Brouwer-Brolsma E.M., van der Zee L., Szajewska H. The Effect of Goat-Milk-Based Infant Formulas on Growth and Safety Parameters: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2023;15(9):2110.
  82. Kumar S., Birendra K., Rajesh K., Suryamani K. Features Nutritional Features of Goat Milk Review. *Indian Journal Dairy Science*. 2012;65(4):266–273.
  83. Abbas H., Hassan F.H., Abd El-Gawad Enab A. Physicochemical Characteristics of goat's milk. *Igarss*. 2014;11(1):307–317.
  84. Grant C., Rotherham B., Sharpe S., Scragg R., Thompson J., Andrews J., Wall C., Murphy J., Lowry D. A randomised, double-blind comparison of goat milk and cow milk infant formula. *Journal of Paediatrics and Child Health*. 2005;41:564–568.
  85. Prosser C., McLaren R., Rutherford S., Hendriks A., Lowry D. Digestion of milk proteins from cow or goat milk infant formula. Abstract of poster paper presented by Dr Colin Prosser at the Paediatric Society of New Zealand. 56th Annual Scientific Meeting, Queenstown. 2003.
  86. Beauchamp G.K., Mennella J.A. Flavor Perception in Human Infants: Development and Functional Significance. *Digestion*. 2011;83,1–6.
  87. Nicklaus S. The Role of Dietary Experience in the Development of Eating Behavior during the First Years of Life. *Ann. Nutr. Metab*. 2017;70,241–245.
  88. Mennella J.A., Beauchamp G.K. Flavor experiences during formula feeding are related to preferences during childhood. *Early Hum. Dev*. 2002;68,71–82.
  89. Epifanio M., de Abreu C.L.M., Barros K., Oviedo J., Covic A., Ormenese R.C.S. Palatability and Sensory Perception of Infant Formulas for the Treatment of Cow's Milk Allergy According to Brazilian Mothers. *Biomed. J. Sci. Tech. Res*. 2020;25:18803–18810.
  90. Jung C., González Serrano A., Batard C., Seror E., Gelwane G., Poidvin A., Lavallée I., Elbez A., Brusieux M., Prosser C., Gallier S., Bellaïche M. Whole Goat Milk-Based Formula versus Whey-Based Cow Milk Formula: What Formula Do Infants Enjoy More?—A Feasibility, Double-Blind, Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 2023;15(18):4057.
  91. Young W. Park, Goat Milk: Composition, Characteristics. *Encyclopedia of Animal Science*. January 2010. In book: *Encyclopedia of Animal Science*, Edition: 2nd Chapter: Goat Milk: Composition, Characteristics. Publisher: CRC Press.

92. Harden C.J. and Hepburn N.J. The benefits of consuming goat's milk. 2011.
93. Stergiadis S., Berlitz C.B., Hunt B., Garg S., Ian Givens D., Kliem K.E. An update to the fatty acid profiles of bovine retail milk in the United Kingdom: Implications for nutrition in different age and gender groups. *Food Chem.* 2019;276:218–230.
94. Currò S., De Marchi M., Claps S., Salzano A., De Palo P., Manuelian C.L., Neglia G. Differences in the Detailed Milk Mineral Composition of Italian Local and Saanen Goat Breeds. *Animals (Basel)*. 2019;9:412.
95. Stergiadis S., Bieber A., Chatzidimitriou E., Franceschin E., Isensee A., Rempelos, Baranski M., Maurer V., Cozzi G., Bapst B. et al. Impact of US Brown Swiss genetics on milk quality from low-input herds in Switzerland: Interactions with season. *Food Chem.* 2018;251:93–102.
96. Lythgoe H.C. Composition of goat milk of known purity. *J. Dairy Sci.* 1940;23:1097–1108.
97. Tehnicheskii reglament Tamojennogo Soyuzo «O bezopasnosti moloka i molochnoi produkcii» TR TS 033/2013. [Technical Regulations of the Customs Union "On the safety of milk and dairy products" (TR CU 033/2013)]. (in Russian).
98. Reshenie Soveta EEK ot 23.09.2022 № 143 "O vnese-nii izmenenii v tehnicheskii reglament Tamojennogo soyuzo "O bezopasnosti moloka i molochnoi produkcii" TR TS 033/2013". [Decision of the EEC Council dated September 23, 2022 No. 143 "On amendments to the technical regulations of the Customs Union "On the safety of milk and dairy products" (TR CU 033/2013)".] (in Russian).