

УДК 637.144

# Молочные смеси для детей раннего возраста: достижения и проблемы

**И.Я. Конь**, д-р мед. наук, проф.

НИИ питания РАМН

**С.В. Симоненко**, канд. техн. наук

НИИ детского питания

Оптимальный способ питания детей первого года жизни – вскармливание женским молоком, которое служит не только источником всех необходимых пищевых веществ, энергии, биологически активных соединений и защитных факторов, но и обеспечивает психоэмоциональный контакт ребенка, способствующий адекватному психическому развитию младенцев. Поэтому поддержка полноценного грудного вскармливания – одна из важнейших задач не только медицинских работников и специалистов в области детского питания, но и всего общества в целом.

Несмотря на большие усилия в этом направлении, значительная часть женщин, начав кормить новорожденного ребенка грудью, в силу различных причин, преимущественно психоэмоционального, а также бытового характера, в 3–4 мес (а иногда и раньше) прекращает грудное вскармливание. В этих случаях чрезвычайно важно организовать оптимальное искусственное вскармливание, которое, хотя и не может заменить материнское молоко, но способно обеспечить правильный рост и развитие ребенка. Не вызывает сомнений, что единственным научно обоснованным современным подходом к организации искусственного вскармливания является использование специализированных продуктов

детского питания промышленного производства, сухих и жидких молочных смесей, которые в настоящее время делят на три группы:

- стартовые смеси (заменители женского молока), предназначенные для питания детей с рождения до 6 мес, обозначаемые за рубежом как infant formula;
- последующие смеси, предназначенные для питания детей с 6 мес до 1 года, а при необходимости и более старших детей (follow up formula – по зарубежной терминологии);
- смеси, рекомендуемые детям с 0 до 12 мес [1].

Каждая из указанных групп молочных смесей может быть представлена сухими и жидкими, готовыми к употреблению; пресными и сквашенными продуктами. В течение многих лет смеси делили также по степени их приближения (адаптации) к составу и свойствам женского молока, выделяя таким образом адаптированные и частично адаптированные последующие смеси [1].

Однако в последние годы различия между этими группами смесей в значительной мере сократились, поскольку большая часть производителей и стартовых, и последующих смесей выпускают продукты, приближенные к составу женского молока. Определения ука-

занных групп молочных смесей, содержащиеся в Федеральном законе № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» и проекте технического регламента «О безопасности продуктов детского питания» представлены в таблице.

Выдающиеся достижения современной химии, биохимии, технологии молока и молочных продуктов и других смежных дисциплин позволили создать широкую гамму молочных смесей, приближенных к составу женского молока по всем компонентам – белковому, жировому, углеводному, витаминному и минеральному.

Адаптация белкового компонента заключается прежде всего в снижении общего уровня белка (с 2,8 г/100 мл в коровьем молоке до 1,4–1,6, и даже до 1,2 г/100 мл в готовой к употреблению молочной смеси), что в большей мере соответствует уровню белка в женском молоке (0,8–1,2 г/100 мл). Снижение содержания белка в заменителях женского молока позволяет устранить возможное неблагоприятное влияние избытка белка на азотистый и минеральный обмен грудного ребенка, функции его пищеварительного тракта и незрелых почек. Однако снижение общего содержания белка в молочных смесях не может носить чисто механический характер, а должно сопровождаться качественным изменением состава белкового компонента смесей с увеличением относительной квоты белков с высокой биологической ценностью (в частности, лактальбумина) [2–5].

Другое, более традиционное, направление адаптации – введение в состав заменителей женского молока белков молочной сыворотки. В серии исследований, проведенных преимущественно в 80-е годы прошлого столетия, были получены данные о преимуществах продуктов, обогащенных белками молочной сыворотки, перед казеин-доминирующими формулами (КДФ). Было показано, что молочные

**Дефиниции молочных смесей**

Федеральный закон №88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию»	Проект технического регламента «О безопасности продуктов детского питания»
Под <b>адаптированной молочной смесью (заменителем женского молока)</b> понимаются продукты детского питания для детей раннего возраста, произведенные в жидкой или порошкообразной форме из молока сельскохозяйственных животных, белков сои (за исключением белков, полученных из сырья, содержащего генно-инженерно-модифицированные организмы), максимально приближенные по химическому составу и свойствам к женскому молоку и отвечающие физиологическим потребностям детей первого года жизни	<b>Адаптированные молочные смеси (заменители женского молока)</b> – пищевые продукты в жидкой или порошкообразной форме, изготовленные на основе коровьего молока, молока других сельскохозяйственных животных, предназначенные для использования в качестве заменителей женского молока и максимально приближенные к нему по химическому составу с целью удовлетворения физиологических потребностей детей первого года жизни в пищевых веществах и энергии
Под <b>последующей смесью</b> понимаются продукты детского питания для детей первого года жизни, произведенные на основе молока сельскохозяйственных животных, белков сои (за исключением белков, полученных из сырья, содержащего генно-инженерно-модифицированные организмы) и адаптированные или частично адаптированные для питания детей в возрасте старше 6 мес	<b>Последующие молочные смеси</b> – адаптированные (максимально приближенные к составу женского молока) или частично адаптированные (частично приближенные к составу женского молока) смеси на основе коровьего молока, молока других сельскохозяйственных животных, предназначенные для вскармливания детей старше 6 мес жизни в сочетании с продуктами прикорма

смеси (МС), обогащенные сывороточными белками, т. е. смеси, в которых на долю белков молочной сыворотки приходится не менее 50–60 % от общего количества белка в МС, образуют в желудке под влиянием желудочного сока более нежный и рыхлый сгусток в сравнении с КДФ, что, возможно, связано с более высоким содержанием кальция и фосфора в КДФ, чем в формулах, обогащенных сывороточными белками (ФОСБ). Это обеспечивает большую степень атакуемости такого сгустка пищеварительными ферментами и вследствие этого более высокую скорость освобождения желудка от смеси [6–8].

В литературе имеются также данные о том, что ФОСБ оказывают более благоприятное влияние, чем КДФ, на состав кишечной микрофлоры, что, вероятно, и лежит в основе более редкого возникновения запоров при использовании ФОСБ, чем КДФ [9].

Имеются также единичные указания на лучшие показатели азотистого обмена, в частности, более низкое содержание в крови мочевины и более высокое содержание альбумина, свидетельствующие о лучшей утилизации белков ФОСБ, чем КДФ.

В ряде работ рассматривается также ключевой вопрос качества молочных смесей как «заменителей» женского молока (ЖМ) – степень их близости к аминокислотному составу белков женского молока. Несмотря на то, что ФОСБ ближе, чем КФ, к женскому молоку по содержанию цистеина, в них, так же, как и в КФ, ниже содержание триптофана – предшественника серотонина, играющего важную роль в регуляции процессов торможения в центральной нервной системе и реализации ряда других физиологических функций. ФОСБ содержат избыток треонина, метионина и лизина, а КФ – избыток тирозина и фенилаланина. Таким образом, ни один вид рассматриваемых молочных смесей, ни ФОСБ, ни КФ, по своему аминокислотному составу не соответствуют женскому молоку, что еще раз подтверждает уникальность женского молока для питания младенцев [10–12].

В противовес рассмотренным выше работам в ряде других исследований не было выявлено существенных отличий эффективности в питании младенцев ФОСБ и КДФ при использовании в качестве критериев динамики роста и некоторых показателей азотистого метаболизма [13].

Подводя итог, можно заключить, что имеющиеся в литературе данные, полученные в основном в 80–90-е годы

прошлого столетия, не позволяют прийти к однозначному заключению о существенных и достоверных преимуществах ФОСБ над КДФ. Тем не менее, представленные исследования и длительный опыт практического применения различных видов МС в питании младенцев, в том числе и в нашей стране, позволяют нам, так же, как и большинству специалистов в области педиатрической нутрициологии, считать более целесообразным использование в качестве базисных заменителей женского молока смесей на основе комбинации казеина и белков молочной сыворотки (ФОСБ). В то же время следует указать на некоторые особенности КДФ, которые определяют предпочтительность использования у части детей именно этих формул, а не ФОСБ. К числу таких особенностей относятся меньшая аллергенность КДФ в сравнении с ФОСБ (поскольку КДФ содержат значительно меньшие количества лактальбумина – наиболее аллергенного белка коровьего молока); большее содержание в КДФ, чем в ФОСБ, опиоидноподобных пептидов, возникающих при расщеплении казеина и, наконец, по-видимому, большая насыщаемость при назначении детям КДФ, чем ФОСБ [1, 8].

Большинство адаптированных заменителей женского молока, предназначенных для детей до 6 мес, содержит также таурин – свободную (не входящую в состав белков) аминокислоту, необходимую для построения сетчатки и головного мозга, всасывания жиров (образования парных желчных кислот) и др. Эта аминокислота для детей первых недель и месяцев жизни, особенно недоношенных, относится к числу незаменимых, а в более старшем возрасте образуется в организме из других аминокислот – цистеина и серина [1]. В связи с этим, с нашей точки зрения, включение таурина в «последующие формулы» является недостаточно обоснованным, и этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Адаптация жирового компонента молочных смесей направлена в первую очередь на приближение их жирнокислотного состава к составу женского молока, поскольку коровье молоко содержит существенно меньше незаменимых ПНЖК, чем женское. При этом важно обеспечение достаточного уровня линолевой кислоты (не менее 10–15 % от общего содержания жирных кислот), оптимального соотношения между  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 ПНЖК, которое составляет в женском молоке 10:1 – 7:1, оптимального соотношения витамина Е и ПНЖК [1, 14].

Нарушение этих требований неизбежно ведет к существенным нарушениям метаболизма, поскольку и  $\omega$ -6 жирные кислоты (линолевая), и  $\omega$ -3 жирные кислоты (линоленовая, докозагексаеновая и эйкозапентаеновая), являясь эссенциальными для человека, и особенно для детей раннего возраста, выполняют ряд ключевых функций в организме [19–21]. При этом важен именно оптимальный уровень этих кислот в продукте, поскольку их избыток или снижение соотношения между витамином Е (основным антиоксидантом) и количеством ПНЖК в заменителях может привести к неблагоприятным последствиям и прежде всего к усилению перекисного окисления липидов, а нарушение соотношения между  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 жирными кислотами в смеси сопровождается изменением соотношения в организме ребенка различных классов эйкозаноидов, играющих важную роль в регуляции различных физиологических реакций [19–23]. Для обеспечения адекватного содержания в заменителях женского молока  $\omega$ -3 жирных кислот ранее в состав продуктов вводили соевое масло, содержащее до 10 %  $\gamma$ -линоленовой кислоты, которая является метаболической предшественницей эйкозапентаеновой и докозагексаеновой жирных кислот. Однако позднее было установлено, что организм детей первых недель жизни, и особенно недоношенных, не способен образовывать эйкозапентаеновую и докозагексаеновую кислоты из линоленовой кислоты вследствие незрелости ферментативной системы, катализирующей эту реакцию. Поэтому были разработаны заменители женского молока, содержащие эйкозапентаеновую и докозагексаеновую кислоты, источником которых служат препараты очищенного рыбьего жира [17, 18].

При этом весьма существенным является обеспечение правильного соотношения в смесях длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот семейства  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3: арахидоновой (20:4  $\omega$ -6), докозагексаеновой (22:6  $\omega$ -3), эйкозапентаеновой (20:5  $\omega$ -3), в особенности учитывая данные о возможном неблагоприятном действии избытка эйкозапентаеновой кислоты на рост детей. Современные рекомендации по оптимальному соотношению в смесях ДЦПНЖК  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 семейств сводятся к тому, что при обогащении смесей длинноцепочечными полиненасыщенными жирными кислотами (ДЦПНЖК) их содержание не должно быть более 1 % от общего жира для  $\omega$ -3 и 2 % для  $\omega$ -6 ДЦПНЖК; содержание эйкозапеп-

таеновой кислоты не должно быть выше содержания докозагексаеновой кислоты (дополнения и изменения № 10 к САНПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»).

Для адаптации углеводного компонента молочной смеси в нее добавляют лактозу, уровень которой в коровьем молоке значительно ниже, чем в женском. Лактоза – основной углеводный компонент женского молока, обладающий рядом важных физиологических эффектов: лактоза оказывает положительное влияние на абсорбцию минеральных веществ (кальция, цинка, магния и др.) в кишечнике; способствует развитию в пищеварительном тракте ребенка бифидо- и лактобактерий, которые угнетают размножение ряда условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. Вместе с тем, ряд авторов к недостаткам заменителей женского молока, содержащих только лактозу, относит их высокую осмолярность. Это одна из причин широкого распространения заменителей женского молока, включающих смесь лактозы с декстринмальтозой – низкомолекулярным полимером глюкозы. Частичная замена лактозы декстринмальтозой (до 25 % от общего содержания углеводов) позволяет снизить осмолярность молочных смесей. К тому же декстринмальтоза хорошо утилизируется в кишечнике, оказывает положительное влияние на его микрофлору. Она медленно всасывается и постепенно поступает в кровь, в связи с чем дети, получающие этот углевод, дольше не испытывают чувства голода и способны выдерживать более длительные интервалы между кормлениями, чем при кормлении смесями, содержащими только лактозу. Вместо чистой декстринмальтозы в молочные смеси нередко вводят различные виды патоки, глюкозный и кукурузный сиропы или солодовый экстракт, содержащие значительные количества декстринмальтозы [1, 14].

К современным принципам адаптации коровьего молока к женскому относится также оптимизация минерального состава смесей. Коровье молоко содержит значительно больше солей, особенно кальция, фосфора, натрия и калия, чем женское молоко. Потребление детьми первых месяцев жизни кефира, коровьего молока и других неадаптированных цельномолочных продуктов оказывает значительную нагрузку на канальцевый аппарат почек и пищеварительные железы, вызывает нарушения водно-электролитного баланса, усиливает выведение жиров в

виде кальциевых солей и др. Именно поэтому неадаптированные молочные продукты не рекомендуются в нашей стране детям первых 8 мес жизни, а в США – на протяжении всего первого года жизни. Адаптация минерального состава молочных смесей направлена в первую очередь на снижение общего содержания минеральных солей (кальция, калия, фосфора, натрия и др.) и обеспечение оптимальной осмолярности смеси (не более 290–300 мОсм/л). В то же время в смеси дополнительно вводят ряд микроэлементов, содержание которых ниже в коровьем, чем в женском молоке (железо, цинк, медь, йод, селен, марганец и др.) [1, 14].

В женском молоке, в отличие от коровьего, присутствуют специальные транспортные белки, обеспечивающие высокую усвояемость микроэлементов, присутствующих в относительно небольших количествах. Поэтому, для того чтобы обеспечить детей теми же количествами микронутриентов, которые поступают с женским молоком, их содержание в заменителях должно быть выше.

Вместе с тем в последние годы в работах шведских исследователей активно обсуждается вопрос об оптимальном содержании в смесях железа. По их мнению, содержание железа в стартовых смесях не должно превышать 2–3 мг/л [19]. С нашей точки зрения, такая рекомендация не соответствует российским условиям с учетом значительной распространенности в РФ железо-дефицитной анемии (до 20–30 % от общего числа детей первого года жизни).

Наряду с микроэлементами в смеси вносят необходимые количества водорастворимых витаминов (включая витамин К), причем с учетом более низкой усвояемости витаминов из коровьего молока, чем из женского, их содержание, так же, как и содержание минеральных веществ, должно быть несколько выше, чем физиологические потребности в этих нутриентах.

Однако мы считаем физиологически необоснованным повышение исходного содержания витаминов в смесях, существенно превышающего их уровень в конце срока хранения [20]. Гарантированный уровень в конце срока хранения должен быть обеспечен за счет совершенствования технологии производства и хранения смесей, а не за счет повышения исходного содержания витаминов, сопряженного с последующим накоплением в смесях в процессе хранения продуктов распада этих витаминов с неуста-

новленными эффектами на детский организм.

Помимо витаминов и микроэлементов в женском молоке были обнаружены также нуклеотиды, биосинтез которых в организме младенцев ограничен. В связи с этим при определенных ситуациях (интенсивный рост, острые заболевания и др.) у детей, лишенных женского молока, может возникнуть дефицит указанных соединений, являющихся предшественниками нуклеиновых кислот, АТФ и других важных биомолекул в организме [21–23].

Исходя из этого, в настоящее время многие производители вводят дополнительно в состав молочных смесей нуклеотиды, причем, по мнению ряда авторов, такие смеси способствуют повышению устойчивости младенцев к инфекциям и нормализации состава кишечной микрофлоры [21, 23, 24]. Тем не менее эти данные и вытекающая из них обязательность обогащения всех смесей нуклеотидами требуют дополнительного подтверждения.

Как было уже отмечено выше, женское молоко – важный источник защитных факторов. В связи с этим в течение многих лет во всем мире ведутся весьма интенсивные исследования по созданию смесей, включающих такие факторы. Значительный опыт в данном направлении был накоплен в нашей стране, где традиционно широко использовались кисломолочные продукты – носители «полезных» заквасочных культур, препятствующих росту патогенных микроорганизмов в кишечнике. В последние годы эти исследования позволили достигнуть выдающихся результатов, основанных на создании концепции про- и пребиотиков, их широком использовании при производстве молочных смесей для младенцев [25–31]. Несмотря на широкое распространение смесей, обогащенных про- и (или) пребиотиками, и их доказанную эффективность в питании детей первого года жизни, целый ряд вопросов их применения требует дополнительного изучения. К ним, в частности, относятся: обеспечение безопасности используемых штаммов пробиотиков, в особенности у ослабленных детей со сниженным иммунным ответом; целесообразность и эффективность одновременного включения в смеси про- и пребиотиков; оптимальный уровень пребиотиков в смесях, обеспечивающий улучшение моторной функции кишечника, но не вызывающий избыточной стимуляции моторики, сопряженной с развитием диареи.

Примером современных молочных и последующих смесей, разработанных НИИ детского питания совместно с Волковыским молочным комбинатом, могут служить стартовые и последующие смеси «Беллакт».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конь И.Я., Сорвачева Т.Н. Классификация и характеристика основных видов заменителей женского молока: В кн. Руководство по детскому питанию. – М., МИА, 2004.
2. Jost R., Maire J.-C., Maynard F., Secretin M.-C. Aspects of whey protein usage in infant nutrition, a brief review// Int. J. Food Sci Technol. 1999. Vol. 34.
3. Rigo J., Boem G., Georgu G., et al. An infant formula free of glycomacropeptide prevent hyperthreoninemia in formula-fed preterm infants//J. Ped. Gastroenterol Nutr. 2001. Vol. 32.
4. Heine W.E., Radke M., Wutzke K.D., Peters E., Kundt G.  $\alpha$ -Lactalbumin-enriched low-protein infant formulas: a comparison to breast milk feeding//Acta Paediatrica. 1996. 109.
5. Сорвачева Т.Н., Шилина Н.М., Пырьева Е.А., Пашкевич В.В., Конь И.Я. Клинико-биохимические подходы к обоснованию содержания белка в заменителях женского молока//Вопросы детской диетологии. 2003. Т. 1. № 1.
6. Goedhart A., Bindels J.//Nutr. Res. Rev. 1994. Vol. 7.
7. Billeaud C., Guillet J., Sandier B.// Eur. J. of Clinical Nutr. 1990. Vol. 44.
8. Конь И.Я. Казеин-доминирующие формулы и формулы, обогащенные белками молочной сыворотки: традиционные представления и новые данные//Педиатрия. 2006. № 4.
9. Balmer S., Scott P. et al.//Arch. Dis. Childhood. 1989. Vol. 64.
10. Wharton B., Balmer S. et al.//Acta Paediatr. 1994. Vol. 402.
11. Dupon C.//Amer. J. Clin. Nutr. 2003. Vol. 77.
12. Cheirici R., Vigi V.//Acta Paediatr. 1994. Vol. 402.
13. Harrison G., Graver E., Vargas M. et al.//J. of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 1987. Vol. 6.
14. Конь И.Я. Современные представления об основных пищевых веществах, их строении и физиологической роли в питании ребенка: В кн. Руководство по детскому питанию. – М., МИА, 2004.
15. Essential dietary lipids in: Present knowledge in nutrition, 7<sup>th</sup>-ed by Ziegler E., Filer L.J – ILSI Press, Wash., DC, 1996.
16. Carlsson S.E. Long chain polyunsaturated fatty acids in infants and children, in: Dietary fats in infancy and childhood // Annales of Nestle. 1997. V. 55. № 2.
17. Шилина Н.М., Конь И.Я. Современные представления о физиологических и метаболических функциях полиненасыщенных жирных кислот//Вопросы детской диетологии. 2004. Т.2. № 6.
18. Koletzko B., Agostoni C. et. al.// Acta Paediatr. Scand. 2001. № 90.
19. Aggett P.J., Agostoni C. et. al. J.Pediatr.Gastroenterol Nutr.// 2002. № 34 (4).
20. Шилина Н.М., Иванушкина Т.А., Конь И.Я.//Вопросы питания. 2007. № 6.
21. Конь И.Я., Сорвачева Т.Н. и др.// Вопросы детской диетологии. 2004. Т. 2. № 2.
22. Carver J.D., Walker W.A. J.// Nutr. Biochem. 1995. № 6.
23. Carver J.D., Pimentel B. et. al.// Pediatrics. 1991. № 88.
24. Pickering L.K., Granoff D.M. et. al.// Pediatrics Res. 1995. № 37.
25. Конь И.Я.//Вопросы детской диетологии. 2006. Т. 4. № 4.
26. Boehm G., Lidestro M. et. al.// Arch.Dis.Child Tetral Neonatal. 2002. № 86.
27. Бозм Г., Моро Г. и др.//Вопросы детской диетологии. 2005. Т. 3. № 4.
28. Конь И.Я. Пробиотические и кисломолочные продукты в питании детей раннего возраста//Лечащий врач. 2007. № 1.
29. Fuller R. Probiotics in man and animals//J. Appl Bacteriol. 1989. № 66.
30. Chien-Chang C., Walker A. Probiotics and prebiotics: role in clinical disease states// Advances in Pediatrics. 2005. V. 52.
31. Hanson L., Yolken R. Probiotics, other nutritional factors, and intestinal microflora//Nestle Nutrition Workshop. 1999. V. 42.

**Ключевые слова:** материнское молоко; заменители женского молока; молочные смеси; питание младенцев.

УДК 637.12.04:547.96

## Перспективы обогащения детских продуктов биологически активными белками молока

**А.М. Ильина**, асп., **О.Е. Овчинникова**, канд. техн. наук  
Московский государственный университет прикладной биотехнологии  
**Г.С. Комолова**, д-р биол. наук, проф.  
Институт биохимии им. А.Н. Баха

Грамотный подход к вопросам оптимального и рационального питания детей всех возрастов имеет существенное значение для нормального развития организма. Здоровое питание обеспечивает нормальный рост и развитие детей, способствует профилактике заболеваний и создает комфортные условия для адекватной адаптации ребенка к окружающей среде.

Развитие технологий производства детских молочных продуктов – одно из приоритетных направлений пищевой индустрии. Уровень качества молочной продукции во многом определяется степенью сохранности биологически активных белков, играющих важную роль в механизмах специфической и природной устойчивости организма к повреждающим факторам внешней среды.

Однако в процессе производства детских молочных продуктов в результате высокотемпературной технологической обработки большинство биологически активных сывороточных белков денатурирует. Между тем известно, что такие физиологически значимые белки молока, как лактопероксидаза, лактоферрин, иммуноглобулин, ангиогенин, панкреатическая рибонук-

**Содержание лактопероксидазы (ЛП), лактоферрина (ЛФ) и иммуноглобулина G (IgG) в детских молочных продуктах**

Продукт	Содержание биологически активных белков, мкг/мл (мкг/г*)		
	ЛП	ЛФ	IgG
Молоко стерилизованное с витаминами «Агуша» (3,2 %)	Отсутствует	4,24±0,38	176,63±19,21
Молоко стерилизованное с кальцием для детей от 3 лет «Тема» (3,2 %)	Отсутствует	5,04±0,45	211,78±21,91
Кефир детский «Агуша», с 8 мес (3,2 %)	Отсутствует	3,62±0,45	38,55±4,60
Кефир детский «Тема» (3,2 %)	Отсутствует	4,47±0,32	41,26±4,85
Йогурт детский «Агуша», с 8 мес (3,2 %)	Отсутствует	8,14±0,76	36,78±4,21
Йогурт детский «Тема», с 8 мес (2,8 %)	Отсутствует	6,56±0,58	42,32±5,02
Творог детский классический «Агуша», с 6 мес (4,5 %)	Следы	10,36±0,14*	525,32±52,86*
Творог детский классический «Тема», с 6 мес (5 %)	Следы	9,01±0,70*	581,26±68,10*

лаза, лизоцим – одни из факторов пассивного иммунитета, передаваемого от матери потомству, высокий уровень которых наблюдается именно в ранний период лактации.

В доступной литературе недостаточно сведений о содержании вышеперечисленных биологически активных белков в молочных продуктах для питания детей. В этой связи представляет интерес вопрос изучения содержания биологически активных белков в детских молочных продуктах.

В аспекте решения данной проблемы было проведено количественное определение содержания наиболее представительного в коровьем молоке иммуноглобулина G, лактопероксидазы, лактоферрина (компоненты антибактериального комплекса молока) в детских молочных продуктах.

Исследование проводили, используя следующие методы: лактопероксидазную активность определяли спектрофотометрически по окислению в присутствии перекиси водорода субстрата АВТС, иммуноглобулин G (IgG) – методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием разработанной нами тест-системы, биологическую активность лактоферрина – по способности белка связывать трехвалентное железо. Полученные результаты представлены в таблице.

Исследования показали, что лактопероксидаза наименее устойчивый белок к технологической обработке, применяемой при производстве детских молочных продуктов. Значительные потери активности лактопероксидазы наблюдаются в кисломолочных продуктах, в технологии которых применяется сочетание высокой температуры пастеризации с последующим изменением pH среды, вызванное развитием микрофлоры закваски. Использование

ступенчатой высокотемпературной тепловой обработки при проведении стерилизации в ходе производства детского стерилизованного молока способствует практической полной инактивации лактопероксидазы.

Тепловая обработка режимами стерилизации (температура выше 100 °С), при значениях pH, близких к нейтральным) молока и молочных смесей отрицательно сказывается на содержании ЛФ и IgG. Как и в случае с ЛП, инактивирующее действие на IgG технологических факторов проявляется наиболее выражено в случае тепловой обработки продуктов и изменения pH среды, связанным с процессом жизнедеятельности микроорганизмов, вносимых в продукт при производстве, например, кефира и кисломолочных смесей, предназначенных для детского питания.

Как видно из таблицы, активность лактоферрина в образцах детского стерилизованного молока по сравнению с кисломолочными продуктами была несколько ниже. Известно, что ЛФ устойчив к низким значениям pH и высоким температурам, однако жесткие режимы стерилизации приводят к денатурационным изменениям в молекуле белка, сопровождающимся значительной потерей его активности.

Творог по сравнению с кефиром содержит большее количество ЛФ и IgG. Возможно потому, что творог относят к белковым продуктам, при производстве которых применяют несколько более мягкие температурные режимы пастеризации. Это дает основания полагать, что щадящий режим тепловой обработки, несмотря на применение заквасок, позволяет сохранить компоненты молока, которые могут оказывать защитное воздействие на белковые

молекулы и, как следствие, в меньшей степени их дестабилизировать.

Проведенные нами исследования некоторых детских молочных продуктов показали, что содержание биологически активных белков ЛП, ЛФ и IgG в них недостаточно по сравнению с исходным сырьем (коровье молоко) и женским молоком, что в свою очередь приводит к дефициту необходимых биологически активных компонентов питания в рационе детей.

Снижение количественного содержания белков в продуктах связано прежде всего с условиями технологической обработки молока. При производстве всех рассмотренных молочных продуктов использовали режимы температурной обработки свыше 70 °С и увеличение кислотности. Учитывая значимость исследуемых белков молока, обеспечивающих нормальный рост и развитие детского организма, очевидно, что необходимо проводить обогащение детских молочных продуктов препаратами – концентратами биологически активных белков. Как показали ранее проведенные исследования, перспективным источником получения таких препаратов служат вторичные молочные ресурсы (обезжиренное молоко, сыворотка и ультрафильтрат).

На сегодняшний день коллективом кафедры «Технология молока и молочных продуктов» МГУ прикладной биотехнологии совместно с Институтом биохимии им. А.Н. Баха разработаны и запатентованы формулы биологически активных белковых концентратов, предложены режимные параметры и технологии их производства в промышленных условиях (в том числе в рамках безотходной переработки молочного сырья), позволяющие получать препараты биологически активных белков с высоким уровнем сохранности их нативности и длительными сроками хранения. Введение белковых препаратов в состав продуктов для питания детей позволит восполнить потери биологически активных белков в ходе «жесткой» температурной обработки, применяемой в промышленности для их производства, и обеспечить адекватное поступление в растущий организм ребенка физиологически значимых факторов, определяющих устойчивость организма к неблагоприятным условиям внешней среды.

**Ключевые слова:** биологически активные белки молока; лактопероксидаза; иммуноглобулин G; лактоферрин; детские молочные продукты.