

Рахманалиев А.Р.

**ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНАЯ АНЕМИЯ: ПУТИ РЕШЕНИЯ
ПРОБЛЕМЫ (обзор)**

Rakhmanaliev A.R.

**IRONDEFICIENCY ANAEMIA: MEANS OF SOLUTION
OF THIS PROBLEM
(review)**

УДК: 616.155.194.8

В статье приведен обзор литературных данных о причинах возникновения одного из самых распространенных патологических состояний современного человека – железодефицита и железодефицитной анемии, способах медика-ментозного и алиментарного лечения этих заболеваний

Review of published data on reasons of origin one of the most distributed pathological state of modern man – iron deficiency and iron-deficiency anaemia, and methods of medicine and alimentary treatment of these illnesses is given in this article

Согласно последним данным, для полного удовлетворения жизненных потребностей пищи человека должна содержать более 600 групп различных макро- и микронутриентов, включающих свыше 20 тысяч различных пищевых соединений растительного, животного и микробного происхождения [1]. Многие из них, если не все, являются предшественниками биологически активных веществ (БАВ), из которых в организме создаются новые БАВ: гормоны, трансмиттеры, ферменты, биомолекулы (ДНК, РНК), субклеточные органеллы, цитоплазматические мембраны, т.е. структурные компоненты живого тела [2].

Очень важными и незаменимыми компонентами в питании человека являются основные **макронутриенты** органического происхождения: белки, жиры, углеводы, обеспечивающие пластические и энергетические функции организма. Суточная потребность в этих веществах исчисляется десятками и сотнями граммов.

Основными **микронутриентами**, имеющими особое значение для поддержания здоровья, работоспособности и активного долголетия человека, являются витамины и некоторые металлы, которые также незаменимы, как белки, жиры, углеводы. Микроколичества этих веществ (мг и мкг) участвуют в большинстве биохимических процессов, протекающих в организме.

Микроэлементы (Fe, Zn, Cu, Se, Mn, Co и др.) называют «металлами жизни», т.к. они стимулируют нормальный обмен веществ, активно участвуют в кроветворении, проводят нервные импульсы, поддерживают кислотно-щелочной баланс и катализируют другие биологические реакции,

влияют на рост, размножение и наследственность [3-5].

Лидирующее по своей значимости место в этом перечне занимает железо, т.к. при недостатке именно этого микронутриента чаще всего возникают метаболитные нарушения. Чтобы подчеркнуть значимость этого элемента для здоровья человека, Ramalingaswami V. предложил назвать его «супернутриентом» [6].

Роль железа и его метаболизм в организме.

Несмотря на небольшое количество железа в организме человека (2-5 г в связанной форме), этот элемент является важнейшим биохимическим компонентом в ключевых процессах функционирования, роста и деления клеток. Исключительная роль железа определяется важными биологическими функциями белков, в состав которых входит этот биометалл: гемоглобина и миоглобина, ферментов, участвующих в детоксикации ксенобиотиков и продуктов эндогенного распада, ферментов, участвующих в биосинтезе ДНК и делении клеток. В последние годы установлена важная роль железосодержащих белков в реализации иммунитета, прежде всего его клеточного звена [7-9].

Железо включается также в метаболизм нейротрансмиттеров [10]. Оно необходимо для нормального функционирования структур головного мозга, при недостаточном содержании этого металла нарушается нервно-психическое развитие ребенка, происходят нарушения передачи нервных импульсов от центров головного мозга к органам слуха и зрения [11-13].

Основная масса железа – до 70 % (*гемовое*) – входит в состав гема – соединения, способного обратимо связывать кислород. Гем является составной частью молекулы гемоглобина и миоглобина, тканевых окислительных ферментов (цитохрома 450, цитохрома G5, цитохромов дыхательной цепи митохондрий), антиоксидантных ферментов (каталаза, пероксидаза), инактивирующих токсичные перекисные соединения.

Другая часть железа в организме человека является *негемовой* и представлена ферментами-оксидоредуктазами (дегидрогеназами и оксидазами), ферритином и гемосидерином – запасными формами

железа; трансферрином и лактоферрином – транспортными формами железа.

Железо не может синтезироваться в организме и его постоянный уровень поддерживается путем уравновешивания скорости всасывания в кишечнике со скоростью неизбежных потерь этого элемента [8].

Попав в желудок, железо, соединяясь с соляной кислотой, переходит в хлорид закисного железа. Всасывание железа происходит лишь на малом участке двенадцатиперстной кишки и проксимальных отделах тощей кишки, где реакция еще кислая. Далее с кровью оно попадает в ретикулоэндотелиальные клетки, расположенные вдоль стенок сосудов, селезенку, а оттуда с помощью трансферрина транспортируется в печень и костный мозг к месту синтеза гемоглобина [8, 14].

Гемоглобин, содержащийся в эритроцитах – красных кровяных тельцах и являющийся самым крупным фондом железа, осуществляет доставку кислорода к каждой клетке, ткани, органу и системе организма человека. Гемоглобин состоит из двух частей: крупной белковой молекулы – глобина и встроенной в нее небелковой структуры – гема, в сердцевине которого и находится ион железа (2/3 всего количества железа организма человека), связанного с порфирином. Это железо легко вступает в связь с кислородом, и именно это соединение окрашивает кровь в красный цвет. В гемоглобине человека 4 аминокислотные цепочки, каждая из которых построена из примерно 140 аминокислот.

Вторым крупнейшим фондом железа является другой гемосодержащий белок – миоглобин (8 % железа), который накапливает кислород, необходимый для сокращения мышц.

Запасы железа, находящиеся в печени и ретикулоэндотелиальной системе, представляют собой третий по величине фонд железа. Запасы железа (депо) находятся также в ферритине – лабильном и легко доступном источнике железа и гемосидерине – нерастворимой форме, обнаруженной в основном в макрофагах [14].

Примерно 1 мг железа в день выделяется с уриной, фекалиями, потом и клетками, удаляемыми с кожи и желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [8, 14].

Обмен железа у человека является одним из самых высокоорганизованных процессов, характерной особенностью которого служит высокая степень консерватизма, т.е. большая часть железа рециркулирует в организме [8]. В составе гемоглобина эритроцитов пул железа поступает в кровоток, где циркулирует в течение 3 мес. (время жизни нормальных эритроцитов). В дальнейшем специализированные клетки селезенки и печени осуществляют захват и разрушение состарившихся эритроцитов, деградацию гемоглобина и освобождение железа, которое связывается с белками (трансферрином или ферритином) и вновь утилизируется или поступает на хранение.

Поскольку часть железа все-таки теряется, необходимо эти потери восполнять. Потребность в железе зависит от пола, физиологического состояния, возраста человека.

Потребность в железе, основные источники железа. Мужчинам, чтобы избежать анемии, необходимо только восполнять ежедневные потери железа. Но из-за низкой усвояемости (в среднем лишь 10 %, а некоторые формы не усваиваются вовсе), только для восполнения этих потерь требуется получить из различных продуктов около 8-10 мг железа [4].

У женщин детородного возраста потребность в железе в два раза выше, чем у мужчин из-за физиологических особенностей организма (циклические кровопотери): по американским данным, небеременной женщине необходимо получать 15 мг железа в сутки, по российским – 18 мг. В период беременности необходимость в железе увеличивается в 1,5-2 раза, учитывая расход на достаточное обеспечение им развивающегося плода.

Детская потребность в железе из расчета на 1 кг массы тела еще больше, т.к. в нем нуждаются растущие ткани: в первом полугодии ребенок должен получать 6 мг железа (60 % суточной дозы взрослого мужчины!); со второго полугодия – 10 мг (100 %); в подростковом и юношеском возрасте – 12 мг (120 %) (15-18 мг по другим данным [7]). Поэтому от недостатка железа дети страдают гораздо больше взрослых.

Потребность в железе также возрастает у людей, интенсивно занимающихся физическими упражнениями (джоггинг, езда на велосипеде, плавание), придерживающихся определенных диет [15]. В частности вегетарианцы нуждаются во вдвое больших количествах железа, чем мясоеды, так как железо из растительных продуктов хуже всасывается. Кроме того, характерный для веганов недостаток белка препятствует накоплению и транспортированию железа, угнетает эритропоэз с соответствующим снижением уровня Hb в крови.

Естественными источниками железа являются продукты питания, содержащие этот элемент в двух формах: гемовая и негемовая.

Гемовая форма железа входит в состав гемоглобина, усваивается практически полностью и содержится в мясе, печени, почках, кровяной колбасе, сухой крови.

Негемовое железо в виде двух- и трехвалентной свободной ионной формы содержится в растительной пище и всасывается гораздо хуже гемового. Причем трехвалентное (окисное) железо не усваивается вообще в отсутствие восстановителя, например, аскорбиновой кислоты, которая способна преобразовать трехвалентное железо в двухвалентное (закисное).

В основных продуктах питания содержание железа достигает следующих величин (в мг на 100 г или мл) [4]: печень свиная 12; печень говяжья 9;

паштет печеночный 8; мясо свежее 2-4; рыба 0,5-1; яйца куриные 2-3; горох 9,4; фасоль 12,4; соя 11,8; крупа гречневая 8; пшено 7; толокно 10,7; крупа овсяная 3,9; крупа манная 2,3; мука 1-4; хлеб 2-3; какао-порошок 11,7; овощи 0,5-1,5; фрукты 0,5-0,4; молоко коровье 0,1-0,4.

Таким образом, для нормального функционирования человеческий организм должен получать питание, сбалансированное по всем эссенциальным компонентам, в том числе по железу. Нарушения структуры питания в развивающихся странах, в том числе Кыргызской Республике, обусловлены большей частью экономическими причинами. С начала 90-х годов прошлого столетия и по настоящее время в КР наблюдается прогрессирующее снижение потребления наиболее ценных пищевых продуктов, достигшее уровня, значительно ниже физиологического. В частности, потребление населением Кыргызстана основных продуктов питания, содержащих необходимые питательные вещества, ниже рекомендуемых норм в несколько раз: мяса и мясных продуктов – основных источников усвояемого железа – в 1,95 раза, молока и молочных продуктов – в 1,9 раза, яиц – в 6 раз, рыбы – в 18,1 раза, сахара – в 3,2 раза, фруктов и ягод – в 2,3 раза. И лишь картофеля, овощей и хлебных продуктов население съедает ближе к норме или несколько выше нее. Калорийность питания составляет всего 1900-2000 ккал/сут.

Существенное снижение потребления основных продуктов – мяса, молока, рыбы, яиц и т.д., является главной причиной болезней алиментарного происхождения, в частности железодефицитной анемии, которой предшествует недостаток этого биометалла в организме человека, а также дефицит белков, основная и наиболее важная функция которых заключается в снабжении организма человека аминокислотами, необходимыми для синтеза собственных белков, в том числе гемоглобина.

Дефицит железа. Недостаточность железа – одна из самых распространенных патологий во всем мире, являющаяся реальным тормозом для развития человечества и, по оценкам специалистов, она затрагивает 1,5-3 млрд. человек [6, 18-24], в большей степени грудных детей и детей раннего возраста [25], беременных и кормящих женщин, женщин фертильного возраста [26-28]. По степени тяжести она колеблется от истощения запасов железа, которое не вызывает никакого снижения физиологической деятельности, до железодефицитной анемии и может влиять на умственное развитие и развитие моторики.

Даже незначительный дефицит железа вреден, так как лишает клетки, ткани и органы кислорода из-за снижения уровня гемоглобина. Развивается кислородное голодание – гипоксия. Особенно чувствительны к гипоксии сердце, головной мозг, почки; нарушается ряд важнейших физиологических

процессов, протекающих на клеточном и молекулярном уровнях, в частности процессов биосинтеза ДНК и коллагена.

Клиническими признаками дефицита железа являются ломкость волос и суставов, бледность, темные круги вокруг глаз и под глазами, учащенный пульс, усталость и слабость, уменьшение выработки тиреоидного гормона, нарушение способности сконцентрироваться и выполнить работу, повышенная чувствительность к инфекциям, затрудненность дыхания, депрессивное состояние, обмороки, чувство сердцебиения, нарушение внимания, забывчивость, раздражительность, плохой сон, холодные руки и стопы, извращенный вкус, замедление познавательных функций и социального развития у детей, увеличивается риск смерти беременных женщин и новорожденных, снижается иммунная защита [15, 29-34].

Первая стадия ЖД, когда уровень Hb еще в пределах нижней границы нормы, но запасов железа в тканях уже недостаточно, называется также скрытым (латентным) дефицитом железа или сидеропенией. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в развитых странах Европы и на территории России слабо выраженный дефицит железа наблюдается у 20 % (30 % по другим данным) женщин. В некоторых же районах России количество таких больных достигает 50-60 % [35]. Скрытый ЖД развивается у 50-100 % беременных женщин [36].

В детской популяции распространенность дефицита железа достигает 30-60 % [7, 9] и имеет тенденцию к росту.

Причиной дефицита железа является нарушение баланса его в сторону преобладания расхода железа над поступлением, наблюдаемое при различных физиологических состояниях (беременность и лактация, периоды усиленного роста у детей) или заболеваниях.

Дефицит железа алиментарного происхождения может развиваться у детей и взрослых при недостаточном его содержании в пищевом рационе, что наблюдается при хроническом недоедании и голодании, при ограничении питания с лечебной целью, при однообразной пище с преимущественным содержанием жиров и сахаров, вегетарианстве. Поэтому содержание железа в пище и факторы, влияющие на его усвояемость, являются основными детерминантами обеспеченности населения железом и распространенности железодефицитных состояний [37]. Еще одной причиной ЖД является глистная инвазия [14, 38]. Самым тяжелым следствием железодефицита является анемия [14, 39, 40].

Распространенность и этиология железодефицитной анемии. ЖДА – широко распространенное патологическое состояние, характеризующееся снижением количества железа в организме (в крови, костном мозгу, депо), при котором нарушается синтез гема, а также белков,

содержащих железо (миоглобин, железосодержащие тканевые ферменты). В результате в организме человека происходят негативные функциональные изменения во всех органах, тканях и системах, прежде всего, сердечно-сосудистой, эндокринной, нервной, иммунной, с проявлением симптомов, описанных выше для состояния недостаточности железа, но более выраженных.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в мире более 1,8 млрд. человек страдает ЖДА, а дефицит железа определяют у каждого третьего жителя Земли [22, 41].

Железодефицит и ЖДА наиболее широко распространены в большинстве развивающихся стран. Здесь свыше 50 % детей страдают от анемии, основными этиологическими факторами при этом являются малярия и железодефицит [42, 43].

Железодефицит у детей никоим образом не ограничивается развивающимися странами. Последние обследования диеты и питания в Великобритании показали наличие железодефицита у 25 % и ЖДА у 12 % детей на втором году жизни [44, 45]. Даже в благополучных в экономическом отношении США ЖДА обнаружена у 25 % детей в возрасте до 2 лет и у 10 % беременных женщин. Скрытый дефицит железа наблюдается у 50 % грудных детей, у 50 % женщин детородного возраста, а также у 90 % беременных [46].

По данным российских исследователей, значительная часть населения страдает от поливитаминной недостаточности (от 20 до 90 % обследуемых), которая сопровождается дефицитом железа (у 30-40 % детей), обуславливая широкое распространение железодефицитных состояний [47-49].

ЖДА выявлена у 16 % обследованных женщин в возрасте 18-24 лет в Архангельске и у 24 % женщин в Якутске. У женщин, проживающих в Горном Алтае, ЖД определили у 20,1 %, в Восточной Сибири – до 36,9 %, в Санкт-Петербурге – до 22 %.

Концентрация Hb ниже 110 г/л обнаружена у 16-20 % детей 6-10 мес жизни в Москве, 15-23 % - в Санкт-Петербурге, 31-35 % - в Екатеринбурге, 30-41 % - Московской области, 34-47 % - в Свердловской области. Диагноз анемия в этой возрастной группе имеет место у 15-47 % детей [7].

По данным МЗ РФ за 2000 год, анемии встречаются примерно у 2 % детей в возрасте от рождения до 14 лет [50].

В феврале 1999 года на Всероссийском конгрессе педиатров ЖДА признана врагом номер один [51, 52].

Сегодня анемия, чаще всего железодефицитная – вызываемая недостатком поступления железа в организм, обнаруживается также у каждого второго-третьего жителя Украины [4].

ЖДА является серьезной проблемой и для Центральноазиатских республик. В Кыргызской Республике этим заболеванием страдает более 60 %

женщин фертильного возраста, 50 % девушек юного возраста и почти 90-95 % беременных женщин. Иными словами, из 2,2 млн. женщин республики почти 1,5 млн. страдают дефицитом железа [53, 54]. Не менее тревожны данные статистики для детей: около половины детей, не достигших 3 лет, больны анемией.

В Туркменистане ЖДА установлена у 43,5 % женщин [7]. Результаты исследований, проведенных в Таджикистане в 2003 году, показали, что 65 % женщин и 45 % детей до 5 лет страдают анемией [55, 56].

Основными причинами анемии среди женщин фертильного возраста служат обильные менструальные кровотечения, беременность, роды (особенно повторные) и лактация, высокая частота аборт [57]. Для женщин в постменопаузе и мужчин основными причинами развития ЖД являются кровопотери из ЖКТ, что определяет необходимость тщательного обследования больных для поиска источника кровотечения или его причины. Дефицит железа может развиваться и без кровопотери, например, при растительной диете, вследствие резекции желудка или кишечника, а также в результате нарушения всасывания железа у лиц с воспалительными заболеваниями кишечника.

Железодефицитные состояния при беременности широко распространены во всем мире. В странах с высоким уровнем жизни населения ЖД диагностируется у 18-25 % беременных женщин [58, 59].

В развивающихся странах частота ЖД при беременности может достигать 80 %. В РФ за последнее десятилетие отмечается значительное увеличение частоты ЖД [60, 61]. В абсолютном большинстве случаев анемия при беременности – следствие железодефицитных состояний [60, 62, 63].

Анемии составляют 90 % болезней крови у беременных, причем 9 из 10 больных анемией страдают ЖДА. В конце беременности практически у всех женщин имеется скрытый дефицит железа, а у трети из них развивается ЖДА. По данным ВОЗ, частота ЖДА у беременных в разных странах колеблется от 21 до 89 % при диагностике по уровню гемоглобина и от 49 до 99 % - по уровню сывороточного железа. В Москве это заболевание в 1987 г. встречалось у 38,9 % беременных женщин, в Московской области – у 19 %, а по РФ за последние 10 лет увеличилось в 6,3 раза [64].

Результаты большого числа исследований свидетельствуют о существенном истощении запасов железа в организме в течение беременности, особенно выраженном при отсутствии адекватного восполнения. Актуальность данной проблемы определяется последствиями неблагоприятного влияния ЖД на течение гестационного процесса, родов, послеродового периода, а также на состояние плода и новорожденного [65].

По данным ВОЗ, смертность больных ЖДА женщин в 5-10 раз больше, чем у здоровых. Следует

отметить, что ЖДА резко и отрицательно влияет на генофонд нации, т.к. от беременной анемичной женщины, как правило, рождается недоношенный ребенок с низким уровнем Hb, т.е. с анемией [53].

Причинами ЖД у беременных являются сниженное содержание железа в пище, нарушение его утилизации, истощение запасов железа в предшествующий наступлению беременности период, частые беременности с коротким интергенетическим интервалом, многоплодие, хронические инфекционные заболевания [66].

Анемию могут вызвать и другие факторы, а не только недостаточность железа, и эти факторы можно классифицировать как факторы питания [3, 50, 67, 68], экологические [69], инфекционные и наследственные [18].

Таким образом, железодефицитные состояния являются массовым и постоянно действующим фактором, оказывающим отрицательное влияние на здоровье значительной части населения. Это требует принятия широкомасштабных мер по профилактике микронутриентной недостаточности.

Профилактика железодефицитных состояний. Наилучшим способом профилактики ЖД и ЖДА у новорожденных является исключительное грудное вскармливание в течение первых 6 месяцев и обеспечение соответствующим сбалансированным питанием после отъема от груди [11, 25, 70]. Грудное молоко не только содержит железо в высокобиодоступной форме, но и повышает абсорбцию железа из других продуктов, употребляемых одновременно с ним [11, 25].

Следует также иметь в виду, что интенсивные обменные процессы у грудных детей приводят к тому, что к 5-6 мес жизни антенатальные запасы железа истощаются даже у детей с благополучным перинатальным анамнезом и малышей, вскармливаемых грудным молоком. Поэтому важную роль в профилактике ЖДА играет полноценное сбалансированное питание.

Самым богатым естественным источником железа является мясо, которого в рационе должно быть не менее 100 г в день, свиная печень, говяжий язык, телячьи почки, устрицы. Кроме мяса в меню целесообразно включать рыбу и морепродукты, богатые такими микроэлементами, как медь, йод, марганец. Но в большинстве продуктов железо находится главным образом в окисной форме (трехвалентное железо), в то время как наш тонкий кишечник способен всасывать только двухвалентное (закисное) железо. Поэтому для усвоения железа недостаточно питаться продуктами, богатыми железом. Нужно позаботиться о том, чтобы в организм наряду с железом поступала аскорбиновая кислота, содержащаяся, например, в лимоне, шиповнике, черной смородине. Она превращает трехвалентное железо в двухвалентное, которое организм способен усвоить [35].

Богаты железом овес, морская капуста, гречка, фисташки, лесной орех, фрукты, различные овощи – особенно фасоль, кукуруза, горох (см. выше) и др. Однако, необходимо знать, что железо, содержащееся в мясе, усваивается всего на 20-30 %, в яйцах и рыбе – на 10-15, а в овощах и фруктах – всего на 1-5 % [71]. Поэтому при выраженном дефиците железа нормализация состояния просто невозможна без специального лечения препаратами железа.

Ингибиторы и активаторы всасывания железа. Активаторы и ингибиторы всасывания железа, присутствующие в пище, часто оказываются более сильными факторами, определяющими статус железа, чем его фактическое содержание. Эффективной стратегией борьбы с ЖД является модификация диеты с целью увеличения потребления компонентов, способствующих всасыванию железа из пищи [72]. Одним из наиболее сильных стимуляторов всасывания железа является витамин С, находящийся в свежих овощах и фруктах, и между потреблением витамина С и всасыванием железа существует четкая зависимость типа «доза-реакция». Установлено, что аскорбиновая кислота способствует восстановлению Fe (III) в Fe (II). Она образует комплекс железа, растворимый в кислой среде желудка и поддерживает растворимость этого биотика в щелочной среде тонкой кишки [73], активирует железосодержащие ферменты – сукцинатдегидрогеназу и цитохромоксидазу [74].

Также ускоряют всасывание негемного железа ферментированные продукты, такие, как кефир и квашенная капуста. В присутствии кислоты образуются комплексы с железом, которые предотвращают образование менее усвояемого фитата железа [73]. Аналогичное ускоряющее действие оказывают янтарная, пировиноградная кислоты, фруктоза, сорбит, алкоголь, никотинамид, цистеин [22, 75].

Инулин и другие фруктоолигосахариды с недавнего времени рассматриваются как вещества, улучшающие абсорбцию железа [5, 72].

Ингибиторами всасывания железа являются оксалаты, фитаты, фосфаты, танин, антацидные препараты, антибиотики тетрациклинового ряда, этилендиаминтетраацетат (ЭДТА), используемый в качестве консерванта [22, 75]. Из них самыми сильными являются фитаты и полифенолы [73, 76].

Фитаты, присутствующие в зернах злаковых растений, овощах, семенах и орехах, активно тормозят всасывание железа. Уровень фитатов в растительных продуктах питания можно снизить ферментацией, проращиванием, помолом, вымачиванием и обжариванием.

Полифенолы способны связывать железо и, таким образом, препятствовать его всасыванию. Эти соединения содержатся в чае, кофе и какао, а также во многих овощах и нескольких травах и специях. Установлено, что содержащийся в чае танин

снижает всасывание железа из пищи на 62 %. Более того, чай даже используется в лечебных целях для устранения перегрузки по железу. Во многих европейских странах и особенно в республиках Центральной Азии распространена практика введения чая в рацион питания грудного ребенка. Например, обследование детей в возрасте от 0 до 3 лет в Казахстане, Кыргызстане и Узбекистане показало, что чай получают соответственно 21, 34 и 49 % детей. Подобная практика способствует развитию недостаточности железа [73].

Однако даже при условии соблюдения правил приема пищи, учитывающих ингибиторное или активаторное воздействие некоторых ее компонентов на всасывание железа, потребность в этом металле невозможно удовлетворить только за счет правильного питания, особенно в случаях повышенной потребности [77]. И сегодня в мире не существует более рационального и эффективного способа лечения и профилактики ЖД, чем медикаментозная терапия с использованием препаратов на основе железа [78]. Количество поступающего и усваиваемого с ними железа в 15-20 раз превышает объемы, получаемые организмом из богатых железом продуктов.

Лечение железодефицитных состояний. При выборе препаратов для железозаместительной терапии рекомендуется исходить из преимуществ пероральных препаратов над парентеральными, препаратов двухвалентного железа по сравнению с трехвалентным, содержащих железо в виде сульфата, и препаратов с замедленным выделением железа в связи с лучшей абсорбцией, переносимостью и большей эффективностью [14, 63, 79, 80]. Рекомендуются дозы 60-120 мг элементарного железа в сутки.

На российском фармацевтическом рынке имеется широкий набор ПЖ для приема внутрь. Они различаются количеством содержащихся в них солей железа, в том числе двухвалентного, наличием дополнительных компонентов (аскорбиновая и янтарная кислоты, витамины, фруктоза и др.), увеличивающих действие биоэлемента в несколько раз, лекарственными формами (таблетки, драже, сиропы, растворы), переносимостью, стоимостью, назначением (Актиферрин, Феррофольгамма, Фенюльс, Сорбифер Дурулес, Биовиталь, Тотема и др.) [4, 8, 9, 11, 22, 64, 81- 84].

Из солей железа, входящих в состав ферропрепаратов, наиболее часто используется сульфат – хорошо усваиваемая форма железа. Альтернативными являются глюконат и фумарат двухвалентного железа [14]. Соли закиси железа имеют преимущество, т.к. не осаждают белков и в меньшей степени раздражают слизистую оболочку ЖКТ.

Среди побочных проявлений на фоне применения внутрь ПЖ, содержащих органические и неорганические соединения железа, наиболее часто

возникают боли в желудке, изжога, тошнота, анорексия, металлический привкус во рту, запоры, реже поносы, потемнение эмали зубов, аллергические реакции, головная боль, головокружение [14, 81, 85].

Следует также иметь в виду, что железо является металлом переменной валентности и обладает прооксидантными свойствами. В случае избытка оно может участвовать в реакции Фентона, следствием чего является продукция свободных радикалов и окислительное повреждение [9, 86]. Солевые препараты содержат железо в двухвалентной форме. Для того, чтобы быть усвоенным, Fe^{2+} подвергается окислению, что способствует образованию свободных радикалов. Выявленная связь между высоким уровнем этого микроэлемента и повреждением клетки явилась наиболее важным итогом исследований в области патофизиологии железа последних лет. Доказано, что в формах с низким молекулярным весом железо играет роль катализатора в свободно-радикальных реакциях, которые потенциально приводят к нарушениям в обмене клеточных липидов, нуклеиновых кислот, белков и углеводов, что сопровождается нарушением функций клетки и их интеграции. В эксперименте показано, что сульфат железа вызывает повреждение нейронов, в частности в области гиппокампа, посредством свободнорадикального окисления. Причем окислительный стресс клетки и прогрессирующая смерть нейронов в этом случае является дозозависимым эффектом [9].

В некоторых эпидемиологических исследованиях взрослых высокий уровень запасов железа также связывался с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе инфаркта миокарда, атеросклероза, церебральной ишемии, инсулиннезависимого диабета и рака [9, 73, 87-89].

Проблема поиска безопасных способов введения железа в организм человека с целью профилактики и лечения железодефицитных состояний в определенной степени может быть решена применением железосодержащих биологически активных добавок к пище, которые практически лишены вышеуказанных негативных проявлений. Самой известной биологически активной добавкой, содержащей железо, является гематоген, который уже несколько десятилетий применяется для немедикаментозной профилактики ЖДА. Основой гематогена является сухая дефибринированная кровь крупного рогатого скота. Другими ингредиентами являются сгущенное молоко, сахар, вкусовые добавки. Гематоген богат витаминами, ферментами.

Научно-производственная фирма «Мобитек» (Боровск, Россия) серийно выпускает пищевую добавку «Гемобин», который является принципиально новым противоанемическим препаратом и натуральным источником высокодоступного железа и незаменимых аминокислот. Его действующее начало – очищенный гемоглобин из

крови животных, содержащий 0,3 % железа в естественной для организма гемовой форме. Поступление этого железа в организм идет за счет естественных механизмов транспорта и усвоения. Поэтому, во-первых, невозможна передозировка, так как это пищевой белок, повседневно потребляемый человеком с мясными продуктами питания. Во-вторых, очень высокая эффективность, так как структура гема абсолютно одинакова у человека и животных, и в его составе более 80 % железа сразу направляется на синтез железосодержащих белков организма. Кроме того, очистка гемоглобина от клеточных стенок эритроцитов и высокомолекулярных белковых комплексов полностью предотвращает возникновение аллергии [46, 52, 90]. Препарат имеет и другие достоинства. Гемоглобин, входящий в состав «Гемобина», содержит до 8 % гистидина – аминокислоты, способствующей усвоению железа из пищи. Кроме того, в ходе клинических испытаний не выявлено никаких побочных эффектов [90].

Эффективность препарата уже подтверждена в ведущих клиниках г. Москвы в НИИ акушерства и гинекологии, НИИ детской гематологии, Институте хирургии им. А.В.Вишневского, Медицинском радиологическом центре г. Обнинска и в других медицинских учреждениях. По результатам испытаний Минздрав РФ рекомендовал применять «Гемобин» для профилактики ЖДА, особенно у беременных и кормящих женщин и детей. Принимая во внимание абсолютную безвредность и полное отсутствие побочных эффектов, «Гемобин» можно без преувеличения назвать уникальным противоанемическим средством. Выпускается «Гемобин» в виде таблеток, а также кокосового батончика «Супергематоген» и сахарного драже «Дражевит» для детей. Модификациями «Гемобина» являются пищевые добавки «Экстра-гем» и «Гемактин».

Перспективным направлением профилактики ЖД-состояний считается также использование «Гемобина» в качестве действенного, натурального и безвредного противоанемического компонента при конструировании новых функциональных продуктов [46, 52].

Функциональные продукты питания. Обогащение пищевых продуктов железом является еще одним эффективным немедикаментозным способом борьбы с железodefицитными состояниями. В основе этого направления лежит концепция функционального питания, которая возникла в середине 80-х годов прошлого века в Японии на стыке медицины и биотехнологии и на сегодняшний день является ведущей в нутрициологии и пищевой технологии.

По мнению ведущего специалиста по функциональному питанию Шенде-рова Б.А. [91] одним из выдающихся достижений конца XX века, по значимости равном таким открытиям, как

использование атомной энергии, создание компьютеров, генная инженерия, полеты в космос и некоторые другие, является разработка концепции «пробиотики и функциональное питание» и начало ее реализации в жизнь.

Функциональные продукты называются в зарубежной литературе также «дизайнерскими» (designer foods), «продуктами нового поколения» (new age foods), «нутрицевтиками» (nutraceuticals), здоровыми [5, 92].

С современных позиций под термином функциональные продукты питания понимают такие пищевые продукты, которые при систематическом употреблении в составе обычных пищевых рационов в традиционных количествах обладают, помимо общей пищевой ценности, способностью специфически поддерживать и регулировать конкретные физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции или группы их, сохранять и улучшать физическое и психическое здоровье человека и/или снижать риск возникновения заболеваний, позволяя ему долгое время сохранять активный образ жизни [1, 93-96]. Несколько иную формулировку, но практически такого же содержания дают [97-101].

В настоящее время пробиотики и продукты функционального питания составляют не более 3% всех известных пищевых продуктов [91]. Однако, судя по прогнозам ведущих специалистов мира в области питания и медицины, в ближайшие 15-20 лет их доля достигнет 30% всего продуктового рынка. При этом они на 35-50% вытеснят из сферы реализации многие традиционные лекарственные препараты. Это означает, что в будущем продукты питания будут выполнять роль самых эффективных лекарственных препаратов, предупреждающих появление тех или иных недугов человека [102].

В развитых странах мира реализуются целевые национальные программы по оздоровлению населения путем разработки и организации производства пищевых компонентов, корректирующих биохимический состав продуктов питания массового потребления [93]. В частности, с 1989 года в странах ЕЭС были разработаны 4 программы, связанные с функциональными продуктами питания. Объем финансирования составил соответственно 2, 5, 12 и 51 млн. евро [103]. Европейский рынок продуктов функционального питания в 1999 году оценивался в 1,4 млрд. долларов США [104], из которых 9% составляют хлебобулочные изделия, 23% — различные пасты, мягкие сыры, джемы и др.; 3% — напитки; 65% — молочные продукты, содержащие бифидобактерии и/или молочнокислые микроорганизмы, а также стимуляторы их роста: белки, пептиды, олигосахариды, витамины, минеральные вещества, пищевые волокна и другие нутриенты [91].

В Японии рынок функционального питания оценивается в 8-9 млрд. долларов в год с ежегодным приростом примерно на 8%, а разработка продуктов

функционального питания стала стратегическим направлением страны [105]. В 1999 году 30% продуктов питания, производимых в Японии, ферментировались или обогащались живыми бифидобактериями [106].

В Японии на государственном уровне была разработана программа «Здоровье и функциональное питание» как механизм качественного улучшения состояния здоровья населения [107, 108]. Результатом внедрения этой программы является увеличение на 8 лет (за последние 20 лет) продолжительности жизни, являющейся критерием уровня здоровья населения. Возможно, благодаря научному подходу к проблеме питания, массовому использованию продуктов функционального питания, жители Японии, несмотря на ограниченность территории, высокую плотность населения, развитую промышленность и огромные стрессовые нагрузки, имеет наиболее высокую продолжительность жизни, огромные достижения в области научно-технического прогресса, т.е. нормальное с точки зрения современных позиций физическое и духовное здоровье [109].

На этом фоне гораздо скромнее в количественном и в стоимостном выражении выглядит рынок продуктов функционального питания в странах СНГ. Однако у нас также четко прослеживается общая с развитыми странами тенденция на увеличение производства и, следовательно, потребления функциональных продуктов. На прилавках магазинов Кыргызстана также появились пока только молочные продукты с приставкой «био» к названию. Это означает, что в 1 мл такого продукта содержится до млн. и более клеток основного пробиотика — бифидобактерий.

Идея улучшения здоровья населения путем создания условий для рационального здорового питания, наконец, получила официальное признание и в РФ. Постановлением Правительства Российской Федерации № 917 от 10.08.98 г. одобрена «Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2005 года» [7].

Начато производство российских продуктов питания, обогащенных функциональными ингредиентами. Их широкая пропаганда будет способствовать дальнейшему внедрению в сознание потребителей идей функционального (позитивного, здорового и адекватного) питания [110, 111]. В перспективе такая политика позволит снизить расходы на медицинское страхование, выплаты по временной нетрудоспособности и инвалидности, увеличить продолжительность жизни и т. д. [112]. Реализация концепции здорового питания уже дает свои плоды. По данным статистики, рост потребления функциональных продуктов в РФ увеличивается из года в год. Мэрия Москвы обеспечивает бифидокефиром детей до 1 года бесплатно (во Франции и Швеции - до 3-х лет). В этом же городе

рост сегмента обогащенных продуктов за первое полугодие 2002 года по отношению к этому же периоду 2001 года составил более 45%, а по России - 65% [113]. Соответственно растет потребность в новых ингредиентах, таких как полифенолы, каротиноиды, омега-3-жирные кислоты, пищевые волокна, таурин, Q10 или мелатонин, которые обладают различной физиологической функциональностью [114].

«Концепция национальной политики в области здорового (функционального) питания населения на период до 2010 года» была принята и в Кыргызской Республике (Постановление Правительства Кыргызской Республики № 785 от 19 декабря 2003 года). Для реализации этой концепции разрабатывается Государственная целевая научно-техническая программа.

Железо – важнейший физиологически функциональный ингредиент. Физиологически функциональные продукты, как указывалось выше, содержат ингредиенты, улучшающие физическое и духовное здоровье человека и снижающие риск возникновения некоторых болезней и старение организма.

Группа таких ингредиентов объединяет входящие в состав пищевых продуктов вещества (и их комплексы) животного, растительного и минерального происхождения, а также живые микроорганизмы [115].

В конце прошлого столетия функциональные ингредиенты, отвечающие определенным требованиям, были представлены 7 основными группами: пищевые волокна (растворимые и нерастворимые), витамины (С, D, группы В и т.д.), минеральные вещества (кальций, железо и др.), липиды, содержащие полиненасыщенные высшие жирные кислоты (растительные масла, рыбий жир, омега-3-жирные кислоты), антиоксиданты (β-каротин, токоферолы), олигосахариды (пребиотики), некоторые виды полезных микроорганизмов (пробиотики) [94, 97, 116, 117]. Позднее этот список расширился до 10 категорий; к функциональным были также отнесены полиолы, пептиды и белки, лецитины, спирты и фенольные соединения; в группу витаминов включены также гликозиды и изопреноиды [112].

Из приведенного перечня физиологически функциональных ингредиентов объектом пристального внимания является, как указывалось выше, железо. Основной стратегией, ведущей к устранению дефицита микронутриентов в индустриальных странах, было улучшение структуры питания и фортификация продуктов питания [118].

На основании собственных исследований и изучения мирового опыта российскими учеными [119] были сформулированы принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами, охватывающие основные медико-биологические и технологические аспекты этой проблемы. В настоящее время

накоплен довольно большой практический опыт по использованию для обогащения различных соединений железа: серноокисное закисное железо, восстановленное железо, ЭДТА-Fe (соль железа и этилендиамин-тетрауксусной кислоты), фумарат и лактат железа, комплексы железа с фруктозой и ксилитом, глицерофосфат железа, хлорное железо, карбонат железа, орто- и пиррофосфаты железа, сахарат окисного железа и др.

К соединениям железа, используемым для фортификации пищевых продуктов, предъявляются достаточно высокие требования: 1) они не должны изменять цвет продукта в течение длительных периодов хранения и транспортирования при различных значениях влажности и температуры; придавать пищевому продукту посторонний вкус и запах; вызывать порчу продукта; 2) им должны быть присущи стабильность и высокая усвояемость, нетоксичность; форма соединения железа должна соответствовать вышеуказанным критериям и с точки зрения гигиены питания как после переработки продукта, так и в течение всего периода его хранения; 3) технологичность – одно из важнейших требований к препаратам железа; 4) обогащение ими продуктов питания должно быть технологически осуществимо и не усложнять процессов производства; 5) экономичность: обогащение не должно приводить к значительному удорожанию производства и конечного продукта [7].

Примеры пищевых продуктов, обогащенных железосодержащими препаратами многочисленны. Введение препаратов железа (ПЖ) обычно сочетается с одним витамином (С или А), несколькими (С, А, Е, гр.В) или полным комплексом витаминов. Обогащению подвергают наиболее часто потребляемые продукты: мука и изделия из нее (хлеб, макароны), сахар и кондитерские изделия, молоко и молочные продукты, растворимый кофе, напитки и проч., особенно адресованные детям и будущим мамам.

Для стран СНГ и, в особенности, Центральноазиатских республик наиболее важным объектом для фортификации железом является мука, так как хлеб остается до сих пор главным в структуре питания населения.

В Англии пшеничную муку обогащают с 1953 г., добавляя железо в количестве 16,5 мг/кг. В Дании на каждый кг пшеничной и ржаной муки добавляют 30 мг восстановленного железа, в Норвегии – 62 мг/кг FeSO₄, в США – до 35 мг/кг восстановленного или серноокислого закисного железа [7].

В РФ для обогащения хлеба и хлебобулочных изделий разработаны витаминно-минеральные премиксы «Флагман» и «Валетек-8», содержащий витамины группы В, а также железо и кальций [120, 121].

Обогащение муки серноокислым железом в составе витаминно-минерального премикса КАП-1 с недавнего времени (с 2003 г.) по рекомендации

Казахской академии питания начато в странах – участницах проекта АБР «Устойчивая фортификация продуктов питания в Центральной Азии и Монголии» и регионального проекта «Улучшение питания малообеспеченных матерей и детей в странах Азии в развитии» [54, 55, 122].

Однако, при фортификации муки серноокислым железом мука прогоркает, изменяются органолептические показатели выпеченного из нее хлеба. При введении в муку железа в восстановленном виде (размер частиц 5-10 мкм) также наблюдаются негативные моменты: мука приобретает сероватый оттенок, из-за большой удельной массы порошок железа частично оседает на дно тестомесильной машины при замесе теста. Кроме того, считают, что восстановленное железо имеет невысокую биодоступность.

Одним из эффективных способов профилактики ЖДА может быть обогащение сахара серноокислым железом и ЭДТА-Fe, т.к. сахар не содержит ингибиторов абсорбции железа; кроме того, при применении такого сахара на 50 % увеличивалась абсорбция железа из растительной диеты [7].

Имеются сведения о разработках технологии кондитерских изделий (мармелад, конфеты), обогащенных различными формами железа: сульфат железа в комбинации с фруктозой, сахарозой и лимонной кислотой.

Удобными продуктами для обогащения железом являются соки, экстракты, напитки, пюре [7, 87].

Особую группу обогащенных пищевых продуктов составляют молоко и продукты из него, предназначенные, в первую очередь, для детей.

Молоко как объект для фортификации железом. Нативное молоко само по себе является функциональным продуктом питания благодаря практически каждому своему компоненту, в особенности белкам. Особое значение это приобретает в свете рассматриваемой проблемы, т.к. при белковой недостаточности уменьшается утилизация железа эритроцитами, что приводит к снижению концентрации Hb в крови и свидетельствует об угнетении эритропоэза. Участие белка в обмене железа, возможно, заключается в биосинтезе белковых составляющих гемоглобина и железосодержащих ферментов [7].

Известно также, что витамин В12 способствует образованию красных кровяных шариков, поэтому молоко весьма полезно при лечении злокачественного малокровия [123].

Общее содержание белков в молоке колеблется в пределах от 2,9 до 4 % (от 2 до 4,9 % по другим данным [124]). Это целая система белков, среди которых выделяют две главные группы: казеин, составляющий 78-85 % всех белков молока, и сывороточные белки (остальное).

В состав белков молока входят нейтральные, основные и кислые аминокислоты, с преобладанием последних. Белки являются полисорбентами из-за

присутствия большого числа возможных центров связывания, расположенных в боковых радикалах аминокислот. Распределение амфифильных групп в объеме или на поверхности молекулы белков определяет как средние, так и локальные гидрофильно-гидрофобные свойства. Заряженные группы казеина, находящиеся на поверхности молекулы, могут участвовать в различных химических реакциях, что имеет важное практическое значение.

По сравнению с белками других пищевых продуктов основные белки молока содержат больше лейцина, изолейцина, лизина, глутаминовой кислоты, а казеин – также серина и пролина (но мало цистеина). Следует отметить, что лизин тесно связан

с кроветворением. Недостаток его в пище приводит к нарушению кровеобразования, снижению количества эритроцитов и к уменьшению содержания в них Hb. При недостатке в пище лизина нарушается азотистое равновесие, отмечается истощение мышц, нарушается кальцификация костей и возникают изменения в печени и легких. Потребность человека в лизине – 3-5 г в сутки. Основным его источником является творог, в 100 г которого содержится 1,3 мг лизина [123].

По содержанию и соотношению незаменимых аминокислот белки молока относятся к биологически полноценным белкам [125], что видно по данным таблицы:

Таблица

Состав незаменимых аминокислот в некоторых белках, %

аминокислота	Идеальный белок	Казеин	Сывороточные белки молока	Белок яйца	Белок пшеницы	Белок мышц человека
Валин	5	7,2	5,7	7,3	3	6
Лейцин	7	9,2	12,3	8,8	-	9,9
Изолейцин	4	6,1	6,2	6,6	6	4,7
Метионин	-	2,8	2,3	-	2,3	2,8
Цистин	3,5	0,34	3,4	5,5	2,3	1,8
Треонин	4	4,9	5,2	5,1	3	4,6
Лизин	5,5	8,2	9,1	6,4	0,6	8,1
Фенилаланин	-	5	4,4	-	2,5	4,7
Тирозин	6	6,3	3,8	10	3,1	4
Триптофан	1	1,7	2,2	1,5	0,9	2,2

Из таблицы видно, что биологическая ценность казеина несколько ограничивается дефицитом серусодержащей аминокислоты цистина. В сывороточных белках баланс дефицитных S-содержащих и других незаменимых аминокислот лучше, чем в казеине, следовательно биологическая ценность их выше. Сывороточные белки (СБ) содержат также значительное количество цистеина – активатора всасывания железа.

Сывороточными называются белки, остающиеся в сыворотке (в количестве 0,5-0,8 %) после осаждения казеина из обезжиренного молока кислотой при pH 4,6-4,7. К ним относятся: β -лактоглобулин, α -лактальбумин, альбумин сыворотки крови, иммуноглобулины, компоненты протеозо-пептонной фракции. Кроме того, в сыворотке содержатся лактоферрин, ферменты и другие минорные компоненты.

СБ выполняют важные биологические функции. Так, иммуноглобулины являются носителями пассивного иммунитета; лактоферрин – красный железосвязывающий белок – обладает антибактериальными свойствами. Лактоферрин, похожий по свойствам на трансферрин, но с другой последовательностью аминокислот в цепи, и, возможно, β -лактоглобулин выполняют транспортную роль – переносят в кишечник новорожденного железо, витамины и другие соединения [125]. Доказано, что сывороточные белки обладают также антиканцерогенными свойствами [126].

Выделить СБ из раствора в нативном виде можно обработкой молочной сыворотки хитозаном в количестве 0,25-1 % от массы сыворотки при 15-20°C в течение 25-30 мин [127, 128]. Степень извлечения достигает 95 %. Выделение белка хитозаном основано на принципе комплексообразования (полной коацервации) между молекулами двух полимеров, имеющих противоположные заряды.

Казеин, являющийся смесью белков (α_s -, β -, γ -, κ -казеины), выделяется из обезжиренного молока при его подкислении до pH 4,6-4,7 (изоэлектрическая точка). Относится к глобулярным белкам с размером молекулы 3-6 нм.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что молоко и отдельные его компоненты, в особенности белок, представляют собой подходящий субстрат для фортификации биологически активными веществами, в частности железом, с получением продуктов целевого назначения.

Антианемические продукты на молочной основе. Доказано, что вскармливание новорожденных нефортифицированным коровьим молоком приводит к развитию железодефицитных состояний, изменению их психо-моторного поведения [129]. Поэтому практически все адаптированные молочные смеси (сухие, жидкие стерилизованные или ферментированные «Мальш», «Малютка», «Ладушка», «Биолакт», «Балдырган»,

«Бифилин», стерилизованная молочно-овощная смесь, и т.д.), предназначенные для детей на искусственном и смешанном кормлении, содержат в своем составе препараты железа, в основном глицерофосфат или лактат железа [130-132].

Глицерофосфат входит также в состав большинства «Энпитов» - сухих продуктов для энтерального (зондового) питания (Энпиты белковый, жировой, обезжиренный), которые содержат 14,5-15,2 мг% железа. «Энпит противоанемический» содержит повышенное количество белка (36,9 %) и железа (46 мг%). В данном случае железосодержащей добавкой является сухая кровь убойных животных, промоторами всасывания железа являются жиро- и водорастворимые витамины.

Хорошие результаты дает также введение препаратов железа в другой молочный продукт массового потребления – сыр. Проведенные исследования показали, что обогащенные сыры могут быть хорошими источниками железа в рационе питания человека [133-137].

Значительный интерес представляет комбинирование молочной основы с железосодержащими компонентами натурального происхождения, в частности растительными. Такой вид железа довольно хорошо усваивается, не оказывая при этом негативного воздействия на организм, характерного для неорганических солей. Следует также иметь в виду, что растительное сырье зачастую содержит активаторы всасывания железа, либо такие вещества можно дополнительно вводить в рецептуру обогащаемого продукта.

Разработана технология ряженки с высоким содержанием БАВ: витамина С, β-каротина, флавоноидов, минеральных веществ (Fe, Mn, Cu, Cr), веществ, обладающих противовоспалительным, противоопухолевым, противовирусным, антибактериальным и радиозащитным действием. Источником этих БАВ является сироп лекарственных трав «Таволга», содержащий экстракт бадана, лабазника и мяты [138].

Авторы изобретения [139] предлагают лечебные травы (лист облепихи, календула) экстрагировать творожной или подсырной сывороткой. Полученный фитоэкстракт аккумулирует витамины С, А, Е и кроветворные элементы: Fe, Cu, Mn и Zn и в таком виде добавляется в творог в количестве 24,95-33,0 мас.%. Вносятся также ароматические и вкусовые добавки (мята, тмин). Клиническая проверка полученных продуктов показала выраженный антижелезодефицитный эффект. Уровень холестерина снизился с 2,71 до 2,28-2,43 ммоль/л [140].

Направленные антианемические и антигипокальциевые свойства молочно-белковым концентратам (творогу) можно придать с помощью специально разработанной композиции лечебных фитодобавок в совокупности с вкусовыми веществами растительной природы и витаминно-минеральным обогатителем [141]. В молочную основу, представляющую собой смесь творога и сыворотки (пахты или обезжиренного молока) (83-88 %), вносят вкусовую добавку (подсластитель или соль) (1-6 %), композицию лечебно-профилактических и ароматических фитодобавок (1 – лист мяты, лист лимонника, лист крапивы; 2 – сухой укроп, эмульсия чеснока) (0,58-1,2 %) и комплексный витаминно-минеральный обогатитель (1 – витамин С и природный источник CaCO₃; 2 – витамин А и природный источник CaCO₃) (0,6-2 %). Полученную массу перемешивают, измельчают, нагревают и получают продукт гомогенной, пластичной консистенции. В качестве стабилизатора предлагают использовать пектиновые вещества.

Введение органического кальция рассматривается чрезвычайно эффективной мерой, не только не снижающей биологическую ценность продукта, но и усиливающей биоактивность железа [142]. Испытания новых молочных фитопаст на крысах показали практически полное восстановление гемопоэтических функций организма животных, регистрируемых по показателям красной крови [142].

Творог хорошо сочетается и с другими растительными источниками железа. Так, для получения новых видов творога «Свеколка», «Свеколка с сахаром», «Свеколка с солью» использована свекла столовая в виде пюре, которая содержит значительные количества пектиновых веществ, бетаина, калия, магния и железа [143].

На основании приведенных сведений можно констатировать, что железодефицитные состояния, включая железодефицитную анемию, все еще остаются проблемой мирового масштаба, несмотря на предпринимаемые меры и многолетние усилия ученых, медиков, работников пищевой промышленности.

Одним из эффективных, экономически выгодных немедикаментозных способов решения этой проблемы является разработка и широкомасштабное внедрение в рацион питания людей из группы риска пищевых продуктов, обогащенных источниками железа. Молоко и входящие в его состав компоненты, в особенности наночастицы – белки, являются идеальным объектом для конструирования новых видов продуктов с заданным составом компонентов, в том числе железом, с использованием технологических приемов, близких к нанотехнологиям.