

В.А. ТУТЕЛЬЯН, Г.Г. ОНИЩЕНКО, К.Г. ГУРЕВИЧ

ЗДОРОВОЕ ПИТАНИЕ

РОЛЬ БАД



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	5
Предисловие	7
Глава 1. Основы нутрициологии	10
1.1. Исторический аспект	10
1.2. Основные законы нутрициологии	15
1.3. Зачем нужны биологически активные добавки	21
1.4. Безопасность и эффективность биологически активных добавок	34
1.5. Анализ рынка биологически активных добавок	43
Глава 2. Основные компоненты биологически активных добавок	47
2.1. Микроэлементы	47
2.1.1. Элементы I группы	60
2.1.2. Элементы II группы	67
2.1.3. Элементы III группы	82
2.1.4. Элементы IV группы	84
2.1.5. Элементы V группы	85
2.1.6. Элементы VI группы	87
2.1.7. Элементы VII группы	100
2.1.8. Элементы VIII группы	109
2.2. Макроэлементы, витамины и витаминоподобные соединения	117
2.3. Другие биологически активные вещества	131
Глава 3. Основные источники биологически активных добавок	156
3.1. Растения	156
3.2. Микроорганизмы	214
3.3. Нанотехнологии — перспективный путь производства новых биологически активных добавок	241
Глава 4. Некоторые закономерности действия биологически активных веществ в малых дозах	247
4.1. Начальные представления о малых дозах	252
4.2. Кинетические закономерности действия биологически активных веществ в малых дозах	257
4.3. Закономерности формирования клеточного ответа с учетом малых доз	260
Глава 5. Применение биологически активных добавок в питании здорового населения	272
5.1. Беременные женщины и кормящие матери	272
5.2. Спортсмены	276
5.3. Лица старше 60 лет	294

Глава 6. Применение биологически активных добавок в комплексной терапии заболеваний*	301
6.1. Заболевания сердечно-сосудистой системы	301
6.2. Нарушения обмена веществ. Ожирение.	314
6.3. Заболевания эндокринной системы. Сахарный диабет	326
6.4. Заболевания мочеполовой системы.	339
6.5. Заболевания (травмы) костно-суставной системы	345
6.6. Заболевания системы пищеварения	354
6.7. Заболевания нервной системы	366
6.8. Нарушения состояния кожи.	382
Послесловие	393
Основная использованная литература	495
Приложения.	398
Приложение 1	398
Приложение 2	404
Приложение 3	426
Приложение 4	465

* Автор главы — А.В. Погожева.

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК

2.1. МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

В состав живых организмов входит более 70 элементов таблицы Менделеева, что близко к их общему количеству, если исключить инертные газы, радиоактивные элементы и элементы, полученные синтетическим путем. На долю таких элементов, как углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, кальций, калий, натрий, хлор, магний, приходится более 99,5% массы тела¹, масса же остальных элементов составляет менее 0,5%, при этом массовая доля каждого из них не превышает 0,01%. Жизненно необходимые элементы таблицы Менделеева, массовая доля которых не превышает 0,01%, принято называть микроэлементами (МЭ).

По процентному содержанию химических элементов в организме их принято разделять на две группы: макро- и микроэлементы (табл. 2.1). МЭ представляют собой компоненты древней физиологической системы, которая участвует в процессах регулирования практически всех функций организма на всех этапах его развития. Даже бактерии имеют системы, позволяющие поддерживать содержание МЭ на постоянном уровне. Цинк необходим большинству бактерий для процессов репликации. Избыток цинка оказывает бактериостатическое действие. МЭ также входят в состав большего числа ферментов в качестве соорганизаторов работы их активных центров. При сравнении структур металл-содержащих активных центров ферментов как эукариотических, так и прокариотических клеток была обнаружена удивительная консервативность архитектоники активных центров.

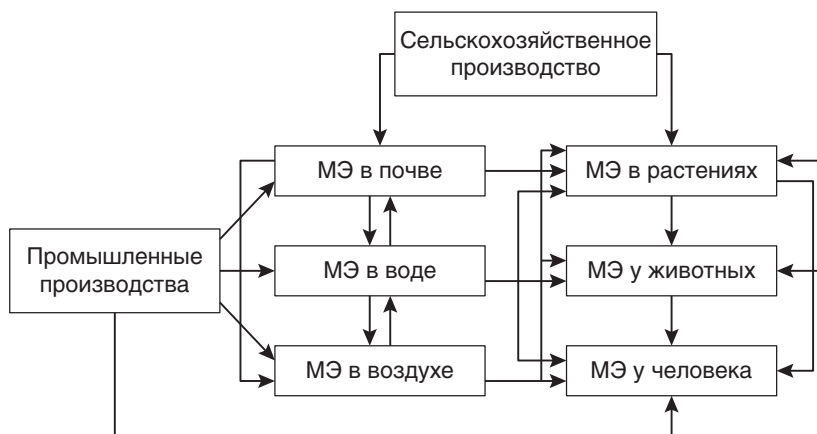
¹ Элементы, массовая доля которых составляет более 99,5%, принято называть макроэлементами. Они чрезвычайно важны для нормального функционирования живых организмов, однако рассмотрение их функций выходит за рамки настоящего раздела книги.

Таблица 2.1

Среднее содержание минеральных элементов в организме человека

Группа	Элементы	Содержание, кг	Концентрация, % массы тела
Макроэлементы	Ca	10^0	1–9
	Mg	10^{-3}	0,01–0,09
	P, K, Na, S, Cl	10^{-2}	0,1–0,9
Микроэлементы	Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu	10^{-4}	0,001–0,009
	Br, Si, Cs, I, Mn,	10^{-5}	0,000 1–0,000 9
	Al, Pb, Cd, B, Rb	10^{-6}	0,000 01–0,000 09
	Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th, Rh	Менее 10^{-6}	Менее 0,000 09

Избыток, недостаток или неправильное соотношение (дисбаланс) МЭ приводят к серьезным заболеваниям. Так, при нарушении содержания МЭ в почвах наблюдается ухудшение качества сельскохозяйственной продукции: пищевых свойств растений и животных. Употребление в пищу таких растений и животных часто служит причиной развития эндемических заболеваний животных и человека. Другая причина таких заболеваний — нарушение содержания МЭ в воде. Наконец, в последние годы большое значение стали приобретать техногенные причины изменения содержания МЭ (рис. 2.1).

**Рис. 2.1.** Связь различных пулов микроэлементов

Как следует из рис. 2.1, изменение содержания МЭ в окружающей среде влияет на их содержание у сельскохозяйственных животных и у человека. В патогенезе нарушений обмена МЭ у человека важную роль также отводят стрессам, изменению структуры питания.

МЭ имеют большое значение для нормального функционирования живых систем, и нарушения их обмена наблюдаются при многих хронических заболеваниях. Дисбаланс марганца характерен для часто болеющих детей, детей с атопическим дерматитом; дисбаланс меди — для детей с атопическим дерматитом и бронхиальной астмой; кремния — для больных СД, бронхиальной астмой, гастродуоденитом; хрома — для больных СД, гастродуоденитом, заболеваниями мочеполовой системы; цинка — для больных аллергическими заболеваниями. С другой стороны, нарушения обмена МЭ сами по себе могут вызывать тяжелые хронические заболевания. В настоящее время доказано, что эффективней и дешевле при таких нарушениях корректировать минеральный обмен, а не проводить симптоматическую терапию. Симптоматическая терапия лишь временно улучшает состояние больного, при этом постоянно требуется повышение дозировок лекарственных средств для сохранения терапевтического эффекта. При отмене терапии наблюдается синдром рикошета, то есть обострение симптомов заболевания, лечение которого проводилось.

В организм человека МЭ поступают с пищей, а к растениям — из почвы. Они входят в состав ряда ферментов, витаминов, гормонов, дыхательных пигментов. Влияют на рост (Mn, Zn, I), на размножение (Mn, Zn, B, Cu), на кроветворение у человека (Fe, Cu, Co) и т.д. МЭ используют для повышения урожайности сельскохозяйственных культур (микроудобрения), продуктивности сельскохозяйственных животных (добавки МЭ к кормам).

Впервые особую роль МЭ отметил В.И. Вернадский¹ в 20-е годы XX в. Он предположил, что микроэлементный состав почв находится в тесной связи с распределением МЭ в других частях биосферы. По его мнению, без участия МЭ не могут протекать многие основные физико-химические реакции живых организмов. Столь сильное влияние МЭ можно объяснить тем, что они входят в состав пигментов, витаминов, гормонов, ферментов, коферментов и других БАВ. МЭ участвуют в процессах дыхания (железо, медь, цинк, марганец, кобальт), фотосинтеза (марганец, кобальт, медь, никель, хром), кроветворения (железо, медь,

¹ Большой вклад в развитие учения о МЭ в РФ внесли также А.И. Венчикова, А.И. Войнара, Г.А. Бабенко, Л.Р. Ноздрюхина, А.П. Авцын, А.А. Жаворонков и др.

марганец, цинк, никель), углеводного и жирового обмена (молибден, ванадий, кобальт, цинк, марганец), регуляции активности гормонов (селен, цинк, йод и др.) и т.д.

Для нормального функционирования всех субклеточных структур, клеток, тканей, органов и систем, адекватного удовлетворения потребности в пищевых веществах любому живому организму нужно поступление малых количеств целого ряда веществ — витаминов и МЭ. И если роль витаминов в поддержании гомеостаза достаточно хорошо изучена, то МЭ длительное время не уделялось должного внимания, особенно в нашей стране.

История изучения влияния МЭ на биологические процессы является еще более древней: первые упоминания о токсическом действии мышьяка относятся к эпохе Ренессанса. Мышьяк получил широкое применение для решения спорных вопросов о престолонаследии. В процессе изготовления популярных в XVIII в. в Европе бобровых шляп использовалась ртуть, поэтому у рабочих и владельцев шляп при длительном их ношении отмечались характерные расстройства психики — меркурианство (от англ. *mercury* — ртуть).

Экспоненциальный рост числа исследований роли МЭ начался в 70-е годы XX в., когда была решена проблема определения их содержания. Условно все МЭ были разделены на две группы: эссенциальные (жизненно необходимые) и токсичные (которые не входят в состав биологических структур, но могут влиять на интенсивность биопроцессов). В последние годы несколько угас интерес к изучению роли МЭ при беременности, что связано с появлением в конце 1980 — начале 1990-х годов фундаментальных работ по данной тематике.

Роли МЭ при патологии уделяется больше внимания, чем их нормальным функциям. В настоящее время не вызывает сомнений, что МЭ могут оказывать влияние на процессы жизнедеятельности всех живых организмов, включая человека. Большое количество заболеваний связано с недостаточным, избыточным или несбалансированным поступлением МЭ в организм человека (так называемые микроэлементозы). В 70-е годы XX в. и ранее эти заболевания чаще носили эндемический характер. В настоящее время нарушения обмена МЭ получили повсеместное распространение, что связано с изменением структуры питания (использование пищевых добавок, красителей, консервантов и др.), ухудшением экологической обстановки, повсеместным истощением их содержания в почвах. Национальный

институт здравоохранения США в 1997 г. объявил проблему изучения содержания МЭ и загрязнения окружающей среды как одну из самых перспективных.

Благодаря многочисленным исследованиям в 1930-е гг. стало понятно, что эндемический зоб — моноэтиологическое заболевание, его причина — недостаток йода в питьевой воде. Дефицит йода часто приводит к развитию аутоиммунных процессов, вызывает дисбаланс обмена других МЭ (лития, цинка, селена, кобальта, марганца). Поэтому больным назначали препараты солей Li, Zn, Se, Co и Mn, однако такая терапия не давала положительных результатов. Назначение солей йода как монотерапии вызывало редукцию симптомов заболевания и восстановление баланса обмена других МЭ.

Производство йодированной соли в районах с низким его содержанием позволило практически полностью ликвидировать эндемический зоб. В нашей стране из-за экономических неурядиц последнего десятилетия йодированная соль была практически снята с производства, в настоящее время, по данным различных авторов, до 50% россиян испытывают недостаток в йоде, распространенность эндемического зоба стала носить эпидемиологический характер. Через 3–5 лет это состояние будет катастрофическим.

В отличие от РФ, большинство стран СНГ приняли закон об обязательной йодопрофилактике эндемического зоба. В скором времени аналогичное законодательство будет введено на Украине и в Казахстане.

Развитие науки и технологии привело к появлению не только эндемических, но и технологических и производственных (профессиональных) микроэлементозов. До настоящего времени сохраняются случаи бытового отравления мышьяком, так как мышьяк входит в состав многих ядов, используемых для борьбы с насекомыми и заболеваниями растений. Кроме того, он входит в состав пломбирочных материалов, используемых стоматологами. Другой МЭ, кадмий, используется для изготовления красок, при распылении этих красок без респиратора легко получить избыточную дозу кадмия.

Техногенные катастрофы, нарушения производственных технологий также являются причиной развития микроэлементозов. В начале 1960-х гг. в пиве, производимом в Канаде, из-за нарушения технологии производства для него металлической упаковки оказалось чрезвычайно много кобальта. Употребление такого пива приводило к поражению почек и развитию кардиомиопатии. В 1976 г. в Филадельфии случилась

эпидемия — «болезнь легионеров». Развитие этого заболевания связывали с солями никеля, что повлекло за собой неправильное лечение пациентов.

В районах добычи и производства золота катастрофически повышено содержание ртути в воде. Вблизи полигонов для испытания ядерного оружия повышено содержание радиоактивных МЭ и тяжелых металлов. Длительное время тетраэтилсвинец использовался в качестве добавок к автомобильному топливу для повышения октанового числа бензина. Длительная свинцовая интоксикация приводила к развитию анемии из-за невозможности железа встраиваться в гем. В настоящее время во всех цивилизованных странах мира использование тетраэтилсвинца в качестве добавки к топливу запрещено.

В нашей стране микроэлементозы носят повсеместный характер в промышленных городах и зонах: на Южном Урале, в Иркутске, Уфе, Элисте, Электростали и др. Целые регионы оказались заражены радиоактивным йодом вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Несбалансированное, неполноценное питание и стрессы чаще всего являются причиной возникновения микроэлементозов. В РФ целые регионы имеют частоту встречаемости микроэлементозов 100%. Этому также способствуют географические особенности: Ивановская и Ярославская область, высокогорные зоны СНГ, Бурятия, Забайкалье и другие регионы характеризуются низким содержанием МЭ в почвах.

Развитие микроэлементозов — не только медицинская, но и социально-экономическая проблема: необходимы государственные программы, направленные на нормализацию содержания МЭ в почве, закрытие, перепрофилирование или обеспечение экологической безопасности вредных промышленных производств, а также на бесплатное или льготное обеспечение препаратами МЭ социально незащищенных слоев населения, групп риска (дети, лица пожилого возраста, рабочие промышленных предприятий и производств, люди, проживающие в экологически неблагоприятных районах).

Основные положения программы борьбы с дефицитом МЭ могли бы быть следующие.

- *Цели программы:* ликвидация дефицита МЭ у большинства населения, и прежде всего у наиболее уязвимых малообеспеченных слоев; снижение частоты АЗЗ.
- *Способы массовой МЭ-профилактики:* обогащение массовых продуктов питания (молока, муки, хлеба, кондитерских изделий,

напитков и др.) на местных предприятиях пищевой промышленности; обогащение пищи в пунктах питания организованных коллективов (воинские части, школы, детские сады, лечебно-профилактические учреждения, промышленные предприятия и пр.); обеспечение МЭ лиц, имеющих повышенную потребность в определенных микронутриентах (дети, беременные и кормящие женщины и др.).

- *Идеология программы*: акцент на «базовые» МЭ (железо, йод) и наиболее массовые и доступные продукты (хлеб и молоко).
- *Механизмы реализации* при поддержке государственных органов (без бюджетных затрат).

Однако в нашей стране программа борьбы с дефицитом МЭ фактически не реализована. Основные трудности программы профилактики дефицита МЭ:

- слабость правовой базы (не проработаны стандарты, нормы, методики анализа, отсутствует независимая экспертиза, не обеспечена добросовестность конкуренции и т.д.);
- недостатки информационного обеспечения (отсутствуют или недоступны сведения по многим аспектам проблемы, к проблеме не привлечена медицинская общественность, не проводится пропаганда здорового питания, нет единого информационного центра);
- экономическая непроработанность проблемы (не определены потери и затраты, связанные с АЗЗ, нет критериев оценки медицинской и экономической эффективности профилактических мероприятий);
- организационная неопределенность (нет четкого разделения функций и полномочий органов здравоохранения, Госсанэпиднадзора, экспертных организаций, не регламентированы действия при экспертизе, сертификации, лицензировании добавок и обогащенной продукции).

Проблема дефицита МЭ является не экономической (стоимость микронутриентов, необходимых для организма человека, несопоставима с расходами на питание) и технологической (разработаны и производятся в достаточном количестве обогащающие добавки, отработаны технологии их использования), а организационной (отсутствие законодательной базы и стандартов на витаминизированные продукты питания, низкая культура питания населения).

Существуют различные подходы к разработке норм потребления минеральных веществ. Первый подход, предложенный в нашей стране, предполагает, что минеральные вещества вводятся дополнительно в рацион питания, недостаточно богатый по содержанию МЭ. При этом разработанная суточная потребность у среднестатистического человека вне стрессов должна покрывать его дневную норму потребления минеральных веществ.

Второй подход, предложенный в США, подразумевает, что минеральные вещества с пищей не поступают и вводятся в организм дополнительно. При этом существующие нормы разрабатывались так, чтобы у любого человека не наблюдалось недостаточного потребления МЭ даже во время стрессов. Национальные традиции и особенности питания американцев (употребление большого числа полуфабрикатов и готовых продуктов) привели к расширению на продовольственном рынке сектора обогащенной пищевой продукции, специализированной пищевой продукции и БАД, содержание витаминов и минеральных веществ в которой существенно превышает нормы дневного потребления.

При несбалансированном, недостаточном или избыточном поступлении МЭ развиваются микроэлементозы. Они характеризуются длительным латентным бессимптомным или малосимптомным течением, сопровождаются снижением физической и умственной работоспособности, сопротивляемости инфекционным заболеваниям, повышенной утомляемостью, онкологическим риском, высокой инвалидизацией и смертностью. Микроэлементозы являются тяжелыми заболеваниями, так как затрагиваются другие виды обмена: белковый, жировой, углеводный, обмен витаминов и пигментов. Диагностированные микроэлементозы необходимо лечить. Однако наиболее эффективным представляется не лечение, а профилактика нарушений обмена МЭ.

В зарубежной литературе МЭ принято делить на эссенциальные (жизненно необходимые) и токсичные (рис. 2.2).

Эссенциальные МЭ идентифицированы в белковых структурах (рецепторах, ферментах, ионных каналах и др.), пигментах, витаминах и т.д. Токсичные МЭ оказывают влияние на биологические процессы. Название «токсичный» является не совсем удачным, так как в малых дозах они оказывают стимулирующее действие на биологические процессы, а в больших дозах угнетают их или вызывают токсическое поражение клеток.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII		
1	H						[H]	He		
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne		
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt
	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
7	Fr	Ra	Ac**	Ku	Ns					

*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
**	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	(No)	(Lr)

Рис. 2.2. Макроэлементы (■), эссенциальные и токсичные микроэлементы в таблице Менделеева (Панченко Л.Ф., Маев И.В., Гуревич К.Г., 2004)

Наиболее простое определение эссенциального МЭ следующее. Эссенциальный МЭ — МЭ, необходимый для нормального роста, развития организма, для поддержания гомеостаза. Он не может быть замещен каким-либо другим МЭ без нарушения биологической функции, хотя есть исключения из данного правила, например замена железа марганцем, или, наоборот, в Fe/Mn-зависимой супероксиддисмутазе (СОД) практически не влияет на функции этого фермента.

Существует очень узкий диапазон концентраций, соответствующий оптимальному содержанию эссенциальных МЭ для нормального функционирования органов и систем. При их абсолютном дефиците или избытке наблюдается гибель живых организмов.

Ряд МЭ, широко представленных в природе, редко встречается в организме (например, кремний и другие полуметаллы при большом количестве в природе практически не встречаются в живых организмах). Возможность активного потребления и выведения МЭ имеет определенные границы, поэтому для нормального функционирования живых систем имеет существенное значение их содержание в окружающей среде. Основное значение имеет содержание МЭ в почве. Несбалансированное поступление их в организм приводит к развитию эндемических заболеваний. Закономерности действия МЭ определяются их химической природой, то есть положением в таблице Менделеева (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Биологическая роль ряда микроэлементов

МЭ	Биологическая роль	Симптомы недостатка	Группа риска	Симптомы избытка	Группа риска
Медь	Формирование активных центров ферментов. Участие в гемопоэзе	Анемия. Отставание в росте, развитии. Снижение пигментации. Иммунодефицит. ССЗ	Все группы населения	Ишемическая болезнь сердца. Тревожно-депрессивные синдромы. Поражения печени, почек. Дисбаланс обмена других МЭ	-
Цинк	Участие в поддержании нормального иммунитета. Формирование активных центров ферментов. Участие в нормальном функционировании эндокринной системы. Стимуляция регенерации тканей	Аллергические реакции I–III типа. Иммунодефициты. Медленный рост. Утрата вкусовых ощущений. Ульцерогенез, плохое заживление ран. Облысение, шелушение кожи	Проживающие в эндемически неблагоприятных районах, вегетарианцы, алкоголики	Аллергические реакции замедленного типа. Нейродегенерация (?)	-
Бор	Регуляция обмена микро- и макроэлементов	Нарушение формирования потенциалов покоя и возбуждения в ЦНС	-	-	-

Продолжение табл. 2.2

МЭ	Биологическая роль	Симптомы недостатка	Группа риска	Симптомы избытка	Группа риска
Кремний	Формирование коллагена	Не выявлены	-	-	-
Ванадий	Формирование активных центров ферментов. Участие в окислительных реакциях	Повреждение структуры скелетных мышц. Снижение продукции молока при лактации	-	Раздражение глаз, конъюнктивит. Ринит, носовые кровотечения. Кашель. Фарингит	-
Селен	Дополнение витамина Е в качестве антиоксиданта. Участие в процессах роста и развития. Стимуляция иммунитета. Предохранение от ССЗ. Снижение риска онкологических заболеваний	Кардиомиопатия. Иммунодефициты. Канцерогенез	Проживающие в эндемических регионах дефицита селена	Утомляемость, раздражительность. Боли в животе. Ринит. Невропатия. Выпадение волос. Чесночный запах изо рта или от пота	Проживающие в эндемически неблагополучных регионах
Хром	Участие в нормальном метаболизме глюкозы	СД 2-го типа. Инсулинорезистентность тканей	Все группы населения	-	-

Продолжение табл. 2.2

МЭ	Биологическая роль	Симптомы недостатка	Группа риска	Симптомы избытка	Группа риска
Молибден	Участие в процессах роста. Участие в транспорте железа	Отставание в умственном развитии. Асимметрия черепа. Дислокация хрусталика. Пуринемия	–	Общее истощение. Токсикоз. Подагра. Психоз. Слуховые, зрительные галлюцинации. Судороги	–
Фтор	Участие в образовании костной ткани и зубов	Предрасположенность к развитию кариеса (?)	Все группы населения	Флюороз	Проживающие в эндемических неблагополучных регионах
Йод	Выработка гормонов ЩЖ	Развитие зоба	Дети, проживающие в эндемических регионах дефицита йода	–	–
Марганец	Участие в процессах роста. Участие в нервной передаче. Формирование активных центров ферментов	Повреждения кардиомиоцитов. Неврологическая симптоматика, напоминающая шизофрению и болезнь Паркинсона. Аллергические заболевания	Употребляющие однообразную пищу, алкоголь или наркотики	Снижение аппетита. Нарушение репродуктивной функции. Отставание в росте. Железодефицитная анемия	–

Окончание табл. 2.2

МЭ	Биологическая роль	Симптомы недостатка	Группа риска	Симптомы избытка	Группа риска
Железо	Участие в образовании гемоглобина. Формирование миоглобина. Участие в нормальном функционировании иммунной системы	Железодефицитная анемия. Нарушение тканевого дыхания	Дети, беременные	-	-
Кобальт	В составе витамина В ₁₂ . Участие в гемопоэзе	В ₁₂ -анемия (мегалобластическая)	Люди с операцией фундальной части желудка, гастритом типа А, вегетарианцы	-	-