
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ NATURAL SCIENCE

УДК 612.015.03
ББК 28.072.3
Ц 59

Цикуниб А.Д.

Доктор биологических наук, профессор кафедры химии факультета естествознания Адыгейского государственного университета, тел. 89284681725, e-mail: cikunib58@mail.ru

Джривах Б.

Аспирант кафедры химии факультета естествознания Адыгейского государственного университета, тел. 89010064268

Тлехуч С.А.

Врач-офтальмолог диабетологического центра Адыгейской республиканской клинической больницы, тел. 89604368290

Кайтмесова С.Р.

Аспирант кафедры физиологии факультета естествознания Адыгейского государственного университета, тел. 89615224474

Филимонова Т.А.

Доктор биологических наук, зав. кафедрой безопасности жизнедеятельности института физической культуры и дзюдо Адыгейского государственного университета, тел. 89064387078, e-mail: filta1949@yandex.ru

Оптимизация йодного статуса организма в условиях высоких энергетических трат. «Йодсберегающий» рацион (Рецензирована)

Аннотация

Разработан «йодсберегающий» рацион, содержащий не только оптимальное количество йода, но и нутриенты, повышающие его биодоступность

Ключевые слова: *йодная недостаточность, биодоступность йода, «йодсберегающий» рацион.*

Tsikunib A.D.

Doctor of Biology, Professor of Chemistry Department of Natural Science Faculty, Adyghe State University, ph. 89284681725, cikunib58@mail.ru

Dzhrivakh B.

Post-graduate student of Chemistry Department of Natural Science Faculty, Adyghe State University, ph. 89010064268

Tlekhuch S.A.

Doctor-ophthalmologist of the Diabetes Care Center of Adyghean Republican Clinical Hospital, ph. 89604368290

Kaytmesova S.R.

Post-graduate student of Physiology Department of Natural Science Faculty, Adyghe State University, ph. 89615224474

Filimonova T.A.

Doctor of Biology, Head of Department of Health and Life Safety, Institute of Physical Training and Judo, Adyghe State University, ph. 89064387078, e-mail: filta1949@yandex.ru

Optimization of the iodine status of an organism in the conditions of high power expenditures. «Iodine-preserving» diet

Abstract

The paper provides an «iodine-preserving» diet elaborated by the authors, which contains not only the optimum amount of iodine, but also nutrients, raising its bioavailability.

Keywords: *iodine insufficiency, bioavailability of iodine, «iodine-preserving» diet.*

Йод – биологически активный микроэлемент, незаменимый для жизнедеятельности человека. Он необходим для биосинтеза гормонов щитовидной железы, регулирующих рост и дифференцировку клеток и тканей и энергетический обмен в организме [1]. Тиреоидные гормоны оказывают также многогранное влияние на обменные процессы, в том числе стимулируют всасывание углеводов в кишечнике, усиливают глюконеогенез, гликогенолиз и гликолиз, повышают уровень глюкозы в крови; способствуют синтезу витамина А из провитамина, стимулируют всасывание в кишечнике витамина В₁₂; повышают чувствительность тканей к адреналину и норадреналину, синергично действуют с соматотропным гормоном [2-8], участвуют в поддержании нормальной функции дыхательного центра; повышают двигательную активность, оказывают прямое действие на миокард, и при их резком недостатке выявляется ослабление сократительной способности миокарда, уменьшение скорости кровотока и объема циркулирующей крови [9-12]. Указанные функции показывают огромную роль щитовидной железы в нормальном функционировании организма, особенно при физических нагрузках.

Для образования достаточного количества гормонов щитовидной железы необходимо адекватное поступление йода в организм. Ежедневная потребность в йоде зависит от возраста и физиологического состояния и для взрослых находится в пределах 150–200 мкг в сутки [1, 10]. Это ничтожно малые количества, однако недостаточность данного микроэлемента проявляется наиболее часто в связи с широкой распространенностью эндемичных по йоду регионов и низким содержанием йода в пищевых продуктах, а также действием ряда факторов, снижающих его биодоступность.

По данным ВОЗ общее число лиц, проживающих в дефицитных по йоду районах, составляет более 1 миллиарда человек, у 200–300 млн. из них выявляется зоб, более чем у 5 млн. – эндемический кретинизм, миллионы имеют различные психомоторные нарушения [6, 9]. Наиболее выражен дефицит йода в горных и предгорных районах (Северный Кавказ, Алтай, Сибирское плато, Дальний Восток).

Потребление йода снижено в Верхнем и Среднем Поволжье, на всей территории центральной части России. Большинство исследователей склоняется к тому, что в России практически нет регионов, свободных от йодной эндемии [2-4, 12-14]. Проживание в эндемичных регионах предполагает регулярное проведение йодпрофилактики. Особенно актуальна эта проблема для спортсменов, потребности которых в пищевых веществах, в том числе йоде, высоки.

В связи с этим, целью наших исследований явилась разработка рациона питания с «йодсберегающим» эффектом, направленного на оптимизацию йодного статуса организма.

На основе данных справочников химического состава пищевых продуктов [10] было проведено ранжирование пищевых продуктов по содержанию йода и нутриентов, влияющих на его биодоступность, таких как фенилаланин+тирозин, витамины А, Е, С и бета-каротин, а также селен, и определен перечень продуктов, составивших основу «йодсберегающего» рациона и количества их потребления в условиях энергетических затрат в 3500 ккал.

При разработке «йодсберегающего» рациона исходили из следующих позиций:

– питание должно обеспечивать ежедневное потребление йода в количестве не менее 150 мкг;

– в основе своей рацион питания спортсменов должен быть построен на обычных доступных натуральных продуктах питания;

– несбалансированное питание может выступить фактором, снижающим уровень йода в организме даже в условиях достаточного поступления йода в организм, и, напротив, удовлетворительное питание может явиться фактором, способствующим снижению интенсивности нарушений обменных процессов в организме даже в условиях глубокого дефицита йода во внешней среде;

– для оптимального обеспечения организма йодом необходимо оптимальное содержание в рационе питания нутриентов, повышающих биодоступность йода;

– искусственное создание избытка отдельных пищевых веществ путем применения БАД, витаминно-минеральных комплексов без учета истинной обеспеченности организма нутриентами, в том числе йодом, может оказать отрицательное воздействие на организм.

Известно, что 95% суточной потребности в йоде удовлетворяется именно за счет питания. Всасывание йода из пищи происходит очень быстро и в основном в виде йодидов [9, 14]. Основу «йодсберегающего» рациона должны составить пищевые продукты, способные в физиологических объемах потребления обеспечить суточную потребность в йоде. Как известно, к таким продуктам относятся морепродукты, хотя и другие группы пищевых продуктов способны поставлять определенные количества йода при условии, что они производились на местности, где в почве и воде достаточно йода. В таблице 1 приведен перечень различных видов морской рыбы и нерыбных морепродуктов, отличающихся наиболее высоким содержанием йода, а также содержание данного микроэлемента в основных пищевых продуктах.

Таблица 1

Содержание йода в отдельных пищевых продуктах

Пищевые продукты	Содержание йода мкг/100 г продукта [10]	Количество продукта, содержащего суточную норму йода, г
Молоко*	16	938
Яйцо*	20	750
Мясо*	3–8	1875–5000
Хлеб*	2,6–5,6	2679–5770
Фасоль*	12,1	1240
<i>Рыба морская и нерыбные объекты промысла</i>		
Минтай	150	100
Окунь морской	60	250
Сельдь атлантическая	40	375
Скумбрия	45	333
Треска	135	111
Хек серебристый	160	94
Язык морской	50	300
Креветки	110	136
Морская капуста сухая	800	19

Примечание: * – в эндемичных регионах содержание йода в пищевых продуктах значительно ниже, так например, в молоке оно составляет в среднем 10,2–12,2 мкг/л.

Как видно из таблицы, без включения в рацион питания морепродуктов обеспечить организм достаточным количеством йода невозможно. Морепродукты, в том числе рыба морская, исключительно богаты йодом, причем рыба именно недорогих сортов: одна порция минтая или хека весом в 80 г может обеспечить суточную норму йода, а аналогичная порция окуня или языка морского треть суточной нормы.

Одним из важнейших факторов, влияющих на обмен йода в организме, является обеспеченность полноценным белком. Установлено, что дефицит белка в пище дает струмогенный эффект, т.е. способствует разрастанию щитовидной железы [12]. Взаимосвязь нормального функционирования щитовидной железы и поступления полноценного белка с пищей обусловлена в первую очередь тем, что для биосинтеза гормонов щитовидной железе необходим белок тиреоглобулин, содержащий 115 остатков аминокислоты тирозина [4, 15]. Гормоны щитовидной железы по своему химическому строению представляют собой йодированную аминокислоту тирозин.

По биологической классификации аминокислот тирозин относят к условно заменимым аминокислотам, так как при необходимости он синтезируется из незаменимой аминокислоты фенилаланина. Для оптимального биосинтеза тироксина и трийодтиронина необходимым условием является поступление адекватного количества не только йода, но и аминокислот фенилаланина и тирозина. Одинаково недопустим недостаток любого из этих компонентов. Видимо, это одна из причин того, что применение йодированной соли в условиях неполноценного питания не дает ожидаемого профилактического эффекта [13]. Для повышения эффективности биосинтеза гормонов щитовидной железы необходимо включение в рацион питания пищевых продуктов с высоким содержанием указанных аминокислот.

Оценка аминокислотного состава пищевых продуктов позволила выявить пищевые продукты с высоким фенилаланин-тирозиновым индексом, рейтинг которых представлен в таблице 2.

Таблица 2

Рейтинг пищевых продуктов с высоким фенилаланин-тирозиновым индексом

Продукты	Содержание аминокислот, мг/100 г продукта [10]		
	фен	тир	сумма
Соя	1610	1060	2670
Твердые сыры	1300	1400	2700
Арахис	1343	1047	2390
Креветки	1009	762	1771
Фасоль	1130	630	1760
Говядина	904	800	1704
Печень	928	730	1658
Индейка	850	710	1560
Сельдь атлантическая	700	800	1500
Скумбрия	700	700	1400
Грецкие орехи	767	583	1350
Минтай	700	600	1300
Гречневая крупа	592	430	1022

Как видно из таблицы, высоким фенилаланин-тирозиновым индексом характеризуются бобовые – соя, арахис, фасоль, в $272,3 \pm 60,9$ г которых содержится суточная норма данных аминокислот. Из молочных продуктов высокий индекс имеют твердые сыры, из мясных – говядина, печень, индейка. Суточная норма фенилаланин+тирозина содержится в 222 г сыра, 353 г говядины, 361 г печени, 385 г индейки. Для сравнения необходимо отметить, что для обеспечения суточной потребности в указанных аминокислотах необходимо употреблять продукты с высоким индексом.

кислотах необходимо 1020 г колбасы или сосисок, т.е. почти в 3 раза больше. В рейтинге пищевых продуктов с высоким фенилаланин+тирозиновым индексом особое место занимает рыба, которая богата не только йодом, но и указанными аминокислотами: суточная норма фенилаланин+тирозин содержится в 430,3±31,0 г рыбы типа скумбрии, сельди, минтая. Эти данные еще раз подтверждают, что морепродукты, в том числе морская рыба, являются важнейшим продуктом для нормального функционирования щитовидной железы. Из круп наибольшим содержанием данных аминокислот отличается гречневая крупа.

Повышению биодоступности йода способствуют витамины А, Е, С и бета-каротин [2, 8]. Так, при недостатке витамина А снижается уровень поглощения йода щитовидной железой [8, 12]. Одновременный дефицит йода и витамина А у лиц с умеренным дефицитом витамина А приводит к более глубокому нарушению в работе щитовидной железы, чем отдельные недостатки йода и витамина А. Целенаправленный анализ витаминного состава пищевых продуктов, позволил выявить продукты с наиболее высоким содержанием данных витаминов (табл. 3).

Таблица 3

Пищевые продукты с высоким содержанием отдельных витаминов, влияющих на биодоступность йода

Продукты	Содержание витаминов, мг/100 г продукта [10]			
	β-каротин	А	Е	С
Сметана	0,15	0,23	0,55	–
Твердые сыры	0,20	0,2–0,3	0,4	–
Печень	1,0	8,2	1,28	33
Подсолнечное масло	–	–	42,0	–
Морковь	9,0	–	0,63	5
Перец красный	2,0	–	0,67	250
Петрушка	5,7	–	1,8	150
Облепиха	1,5	–	10,3	200
Смородина черная	0,1	–	0,72	200
Грецкие орехи	0,05	–	23,0	2,8
Сельдь атлантическая	–	0,03	1,20	2,7
Скумбрия	–	0,01	1,60	1,2
Минтай	–	0,01	0,26	1,8
Окунь морской	–	0,01	0,42	1,4
Треска	0,03	0,01	0,92	1,0
Хек серебристый	0,01	0,01	0,37	3,2
Креветки	0,01	–	2,27	1,4

Оптимизация йодного статуса организма невозможна без оптимизации селенового статуса [6, 7, 16]. Селен входит в состав дейодиназы тироксина, занимающей ключевое положение в биосинтезе тиреоидных гормонов. Недостаток селена может существенно ингибировать этот процесс и быть одной из причин нарушений усвоения йода и возникновения случаев эндемического зоба, не поддающегося эффективной профилактике и лечению только препаратами йода. В экспериментах на животных показано, что одновременный дефицит селена и йода приводит к более сильному гипотиреозу, чем дефицит одного йода [6]. К пищевым источникам селена относятся в первую очередь мо-

репродукты, почки, печень, мясо, чеснок. Главным источником селена в питании в нашей стране являются зерновые, особенно пшеница. Суточная норма хлеба из муки второго сорта или хлеба с отрубями позволяют в среднем потреблять до 30–40 мкг селена, опять-таки при условии, что местность, где произрастала пшеница, не эндемична по селену.

Обмен йода также тесно связан с обеспеченностью организма витаминами В₁, В₂ и РР, но эта связь разнонаправлена. Дело в том, что избыток витаминов В₁ и В₂ снижает биодоступность йода [5, 9, 12], и наоборот, при недостаточности витаминов В₁, В₂ и РР, из которых синтезируются коферменты окислительно-восстановительных ферментов ТПФ, ФАД и НАД + соответственно, снижается эффективность действия тиреоидных гормонов на митохондрии, т.е. количество синтезируемых ферментов, что может привести к гипоэнергетическим состояниям [1]. Такая взаимосвязь, требующая строгого соответствия обеспеченности указанными нутриентами, является иллюстрацией того, что дополнительный прием витаминов группы В на фоне недостаточности йода небезопасен для организма, с другой стороны, оптимизация йодного обмена требует адекватной обеспеченности данными витаминами. Хлеб из муки второго сорта, хлеб с отрубями наряду с селеном является важнейшим источником данных витаминов. Они также хорошо представлены в рыбной продукции, в частности скумбрии и сельди атлантической.

По результатам проведенного ранжирования пищевых продуктов был определен перечень продуктов, составивших основу «йодсберегающего» рациона, и количества их потребления при необходимой калорийности рациона 3500 ккал (рис. 1).

минтай, треска, хек, креветки (на выбор)	сельдь атлантическая, скумбрия, окунь морской, язык морской (на выбор)	печень	говядина или индейка	сыр твердых сортов	сметана	кефир, ряженка, йогурт (на выбор)
{	{	{	{	{	{	{
120 г	или 120 г	50 г	70 г	36 г	20 г	150 г
(1 вариант)			(2 вариант)			

а) продукты животного происхождения

морская капуста	хлеб ржаной или хлеб с отрубями	подсолнечное масло	морковь**	перец красный**	петрушка**	облепиха или смородина черная**	гречневая, овсяная, пшеничная, кукурузная каши (на выбор)	гречки или другие орехи	фасоль или соя	сок шиповника**
{	{	{	{	{	{	{	{	{	{	{
20*г	200 г	15 г	120 г	60 г	10 г	30 г	150 г	5 г	20 г	200 мл

Примечание: * – при втором варианте приема рыбы;

** – обязательно должны присутствовать в данном рационе, но дополнительный прием других овощей и фруктов не ограничивается.

б) продукты растительного происхождения

Рис. 1. Линейка продуктов «йодсберегающего» рациона

«Йодсберегающий» рацион оптимизирован по всем важнейшим нутриентам и, в первую очередь, по йоду и ингредиентам, влияющим на его биодоступность (рис. 2).

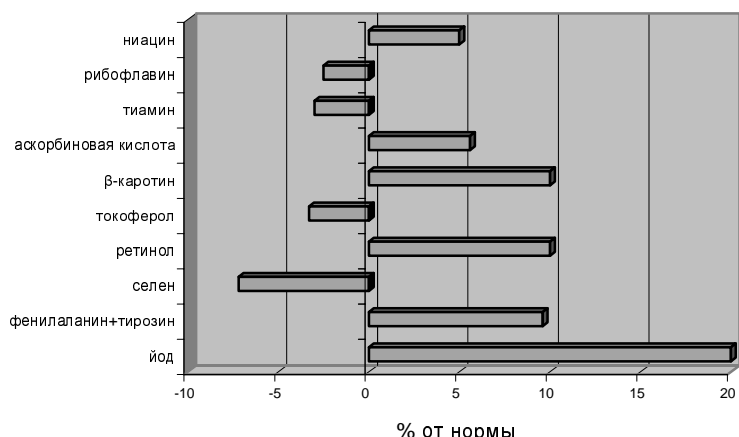


Рис. 2. Формула «йодсберегающего» рациона

«Йодсберегающий» рацион позволяет устранить не только недостаток йода, но и недостаточность незаменимых аминокислот фенилаланин+тирозин, необходимых для биосинтеза тиреоидных гормонов. Витамины, повышающие биодоступность йода, в «йодсберегающем» рационе не только максимально приближены к норме, но и имеют определенный, физиологически допустимый запас. «Йодсберегающий» рацион рекомендуется как отдельный суточный рацион, который должен применяться не менее трех раз в неделю, особенно при усиленном тренировочном режиме.

Целесообразность применения данного рациона определяется тем, что оптимизация йодного статуса организма приводит к нормализации тиреоидного статуса, что расширяет потенциальные возможности ферментного аппарата митохондрий, способствует совершенствованию механизмов энергообеспечения организма и повышению работоспособности спортсменов.

Примечания:

1. Биохимия / под ред. член-кор. РАН, проф. Е.С. Северина, проф. А.Я. Николаева. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2005. 780 с.
2. Герасимов Г.А. Йододефицитные заболевания (ЙДЗ) в Российской Федерации: политика в области профилактики и тенденции в эпидемиологической ситуации (1950–2002). М., 2003. С. 15-18.
3. Писарская И.В. Эндемический зоб. М., 1990. 22 с.
4. Руть Ю.В. Влияние метионина и тирозина в сочетании с растительными липидами на морфофункциональное состояние щитовидной железы животных в условиях йодной недостаточности региона: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Киев, 1974. 35 с.
5. Цикуниб А.Д. Биологические механизмы и принципы оптимизации алиментарного статуса населения в современных условиях

References:

1. Biochemistry / ed. by RAS corresponding member, prof. E.S. Severin, prof. A.Ya. Nikolaev. M.: GEOTAR-MED, 2005. 780 p.
2. Gerasimov G.A. Iodine deficiency diseases (IDD) in the Russian Federation: prevention policy and tendencies of the epidemiological situation (1950–2002). M., 2003. P. 15-18.
3. Pisarskaya I.V. Endemic goiter. M., 1990. 22 p.
4. Rul Yu.V. The influence of methionine and tyrosine in combination with vegetable lipids on the morphofunctional state of a thyroid gland of animals in the conditions of iodine deficiency of the region: Dissertation abstract for the Dr. of Medicine degree. Kiev, 1974. 35 p.
5. Tsikunib A.D. Biological mechanisms and principles of optimization of the population's nutritional state in modern conditions (based

-
- (на примере Республики Адыгея): дис. ... д-ра биол. наук. М., 2000. 267 с.
6. Artbur J.R., Beckett G.J. Roles of selenium in type I iodithyronine 5'-deiodinase and in thyroid hormone and iodine metabolism // *Selenium in biology and human health* / ed. R.F. Burk. N.Y.: Springer-Verlag, 1994. P. 93-115.
7. Larsen P.R. Update on the human iodithyronine selenodeiodinases, the enzymes regulating the activation and inactivation of thyroid hormone // *Biochem. Soc. Trans.* 1997. Vol. 25. P. 588-592.
8. Larsen P.R., Berry M.J. Nutritional and hormonal regulation of thyroid hormone deiodinases // *Ann. Res. Nutr.* 1995. Vol. 15. P. 323-352.
9. Конюхов В.А. Модель анализа причинно-следственных связей для преодоления и контроля нарушений, связанных с недостаточностью йода в питании // Создание и развитие системы социально-гигиенического мониторинга в Москве: тез. докл. на науч.-практ. конф. М., 1998. С. 155.
10. Скурихин И.Н., Тутельян В.А. Химический состав российских пищевых продуктов. М.: Делипринт, 2002. 237 с.
11. Терещенко И.В. Эндемический зоб в экологически загрязненной местности (патогенез, клиника, диагностика, лечение и профилактика): метод. пособие. Пермь, 1996.
12. Штенберг А.И., Еремин Ю.Н. Роль питания в профилактике эндемического зоба. М.: Медицина, 1979.
13. Контроль программы профилактики йоддефицитных заболеваний путем всеобщего йодирования соли. Методические указания МУ 2.3.7.1064-01. URL: <http://www.bestpravo.ru/rossijskoje/so-instrukcii/m1g/page-2.htm>
14. Цикуниб А.Д. Профилактика йоддефицитных состояний в современных условиях: метод. пособие. Майкоп, 1999.
15. Davey J.C., Becker K.M., Schneider M.J. Cloning of a cDNA for the type II iodithyronine deiodinase // *J. Biol. Chem.* 1995. Vol. 270. P. 26786-26789.
16. Berry M.J., Larsen P.R. The role of selenium in thyroid hormone action // *Endocr. Rev.* 1992. Vol. 13. P. 207-219.
- on the example of the Republic of Adygheya): Dissertation for the Dr. of Biology degree. M., 2000. 267 p.
6. Artbur J.R., Beckett G.J. Roles of selenium in type I iodithyronine 5'-deiodinase and in thyroid hormone and iodine metabolism // *Selenium in biology and human health* / ed. R.F. Burk. N.Y.: Springer-Verlag, 1994. P. 93-115.
7. Larsen P.R. Update on the human iodithyronine selenodeiodinases, the enzymes regulating the activation and inactivation of thyroid hormone // *Biochem. Soc. Trans.* 1997. Vol. 25. P. 588-592.
8. Larsen P.R., Berry M.J. Nutritional and hormonal regulation of thyroid hormone deiodinases // *Ann. Res. Nutr.* 1995. Vol. 15. P. 323-352.
9. Konyukhov V.A. Model of the analysis of cause-and-effect relations for overcoming and control of disbalance connected with iodine deficiency in food // Creation and development of social and hygienic monitoring system in Moscow: theses of reports made at the scient.-pract. conf. M., 1998. P. 155.
10. Skurikhin I.N., Tutelyan V.A. Chemical composition of Russian food products. M.: Deliprint, 2002. 237 p.
11. Tereshchenko I.V. Endemic goiter in ecologically polluted area (pathogenesis, clinical picture, diagnostics, treatment and preventive measures): a study guide. Perm, 1996.
12. Shtenberg A.I., Eremin Yu.N. The role of food in the prevention of endemic goiter. M.: Meditsina, 1979.
13. Control of the preventive program of iodine deficient diseases by general iodination of salt. A study guide MU 2.3.7.1064-01. URL: <http://www.bestpravo.ru/rossijskoje/so-instrukcii/m1g/page-2.htm>
14. Tsikunib A.D. Prevention of iodine deficient states in modern conditions: a study guide. Maikop, 1999.
15. Davey J.C., Becker K.M., Schneider M.J. Cloning of a cDNA for the type II iodithyronine deiodinase // *J. Biol. Chem.* 1995. Vol. 270. P. 26786-26789.
16. Berry M.J., Larsen P.R. The role of selenium in thyroid hormone action // *Endocr. Rev.* 1992. Vol. 13. P. 207-219.