

УДК 612.392.64;612.441;614.0.06;616.001.26

РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЙОДНОГО ДЕФИЦИТА У НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ В ПЕРИОД КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС: ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ СОРОК ЛЕТ СПУСТЯ

С. В. ПЕТРЕНКО¹⁾, А. Н. БАТЯН¹⁾, И. В. ПУХТЕЕВА¹⁾, М. С. ПЕТРЕНКО¹⁾, С. А. ЛАПТЕНОК¹⁾

¹⁾Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова,
Белорусский государственный университет,
ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь

За несколько лет до Чернобыльской катастрофы в Беларуси было прекращено финансирование программы йодной профилактики. В результате йодного дефицита у пострадавшего населения в последующие десятилетия после катастрофы зарегистрировано более 25 тыс. случаев рака щитовидной железы. В 1999 г. было проведено масштабное исследование по оценке йодной обеспеченности современными аналитическими методами и установлено, что у 80 % детей отмечались признаки легкой или умеренной йодной недостаточности, а уровень экскреции йода с мочой составил 45 мкг/Л (при нормальном значении – 100–150 мкг/Л). Последующая профилактика йодного дефицита населения Беларуси, начатая в 2000 г. после принятия нормативного документа Министерством здравоохранения Республики Беларусь «О проведении профилактики йододефицитных заболеваний», привела в 2003 г. к достоверному повышению медианы экскреции йода с мочой у детей (более 100 мкг/Л), то есть к ликвидации йодного дефицита и к достоверному снижению показателей заболеваемости простым зобом среди детского населения страны. В 2010 г. Республика Беларусь вышла из списка стран мира, имеющих йодный дефицит. Вместе с тем у детского населения Брестской и Гродненской областей за двадцатилетний период установлен достоверный рост показателей заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом (АИТ), а в Брестской и ряде других областей отмечен рост показателей заболеваемости раком щитовидной железы. Эти изменения показателей заболеваемости щитовидной железы в условиях многолетней профилактики йодного дефицита необычны, принимая во внимание наличие йодного дефицита у населения на момент Чернобыльской катастрофы, который способствовал поступлению и накоплению радионуклидов йода в организме и явился причиной радиобиологических последствий йодного дефицита у населения республики. Выдвигается гипотеза, согласно которой воздействие радионуклидов йода ответственно за формирование синдрома радиационно-индуцированной геномной нестабильности клеток щитовидной железы.

Ключевые слова: йодный дефицит; сорок лет после Чернобыльской катастрофы; дети Беларуси; заболеваемость зобом и аутоиммунным тиреоидитом; геномная нестабильность

Образец цитирования:

Петренко СВ, Батян АН, Пухтеева ИВ, Петренко МС, Лаптенко СА. Радиобиологические последствия йодного дефицита у населения Беларуси в период катастрофы на Чернобыльской АЭС: заболеваемость щитовидной железой сорок лет спустя. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2026;2:81–88.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2026-2-81-88>

For citation:

Petrenko SV, Batyan AN, Pukhteeva IV, Petrenko MS, Laptenok SA. Radiobiological consequences of iodine deficiency in the population of Belarus during the Chernobyl nuclear power plant disaster: incidence of thyroid diseases forty years later. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2026;2:81–88. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2026-2-81-88>

Авторы:

Сергей Владимирович Петренко – кандидат медицинских наук, доцент; доцент кафедры экологической медицины и радиобиологии.

Анатолий Николаевич Батян – доктор медицинских наук, профессор; заведующий кафедрой экологической медицины и радиобиологии.

Ирина Викторовна Пухтеева – старший преподаватель кафедры экологической медицины и радиобиологии.

Мария Сергеевна Петренко – студентка, факультет экологической медицины.

Сергей Антонович Лаптенко – кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры ядерных и медицинских технологий.

Authors:

Sergey V. Petrenko, PhD (medicine), docent; associate professor at the department of environmental medicine and radiobiology.

petrenko@iseu.by

Anatoly N. Batyan, doctor of science (medicine), full professor; head of the department of environmental medicine and radiobiology.

bat@iseu.by

Irina V. Pukhteeva, senior lecturer at the department of environmental medicine and radiobiology.

puhteeva@mail.ru

Maria S. Petrenko, student, faculty of environmental medicine.

mariaipetrenko335@gmail.com

Sergey A. Laptenok, PhD (engineering), docent; associate professor at the department of nuclear and medical technology.

Laptionak@bsu.by

Благодарность. Авторы выражают благодарность за финансовую поддержку работы Министерству образования Республики Беларусь при выполнении темы НИР 3.03.04 «Оценка микроэлементного статуса населения, проживающего в зоне влияния отрицательных антропогенных и природных факторов с целью разработки методов профилактики их отрицательного воздействия на щитовидную железу» в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 годы.

RADIOBIOLOGICAL CONSEQUENCES OF IODINE DEFICIENCY IN THE POPULATION OF BELARUS DURING THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT DISASTER: INCIDENCE OF THYROID DISEASES FORTY YEARS LATER

S. V. PETRENKO^a, A. N. BATYAN^a, I. V. PUKHTEEVA^a, M. S. PETRENKO^a, S. A. LAPTENOK^a

^aInternational Sakharov Environmental Institute, Belarusian State University,
23/1 Daŭhabrodskaja Street, Minsk 220070, Belarus
Corresponding author: S. V. Petrenko (petrenko@iseu.by)

Several years before the Chernobyl disaster, funding for the iodine prophylaxis program in Belarus was halted. As a result of the existing iodine deficiency, over 25,000 cases of thyroid cancer were registered in children in the decades following the disaster. In 1999, a large-scale study assessing iodine status using modern analytical methods found that 80 % of children showed signs of mild or moderate iodine deficiency, with urinary iodine excretion levels of 45 µg/L (with a target level of 100–150 µg/L). Subsequent iodine deficiency prevention in the Belarusian population, initiated in 2000 following the adoption of the regulatory document of the Ministry of Health of the Republic of Belarus «On the Prevention of Iodine Deficiency Disorders», resulted in a significant increase in the median urinary iodine excretion in children (over 100 µg/L) in 2003, thereby eliminating iodine deficiency and significantly reducing the incidence of simple goiter among the country's children. In 2010, the Republic of Belarus was removed from the list of countries with iodine deficiency. At the same time, over the past twenty years, a significant increase in the incidence of autoimmune thyroiditis (AIT) has been observed among children in the Brest and Grodno regions, and an increase of the incidence of thyroid cancer has been observed in the Brest and others regions. These changes in thyroid disease rates in the context of long-term iodine deficiency prevention are unusual, given the presence of iodine deficiency in the population at the time of the Chernobyl disaster, which contributed to the entry and accumulation of iodine radionuclides in the body and was the cause of the radiobiological consequences of iodine deficiency in the population of the republic. The article puts forward a hypothesis that exposure to iodine radionuclides is responsible for the development of radiation-induced genomic instability syndrome in thyroid cells.

Keywords: iodine deficiency; 40 years after the Chernobyl disaster; children of Belarus; goiter and autoimmune thyroiditis incidence; genomic instability.

Acknowledgments. The authors gratefully acknowledge the financial support of the Ministry of Education of the Republic of Belarus for this work during the implementation of research topic 3.03.04 «Assessment of the microelement status of the population living in the zone of influence of negative anthropogenic and natural factors in order to develop methods for preventing their negative impact on the thyroid gland» within the framework of the State Program for Scientific Research «Natural Resources and the Environment» for 2021–2025.

Введение

Йодный дефицит среди населения Беларуси имеет вековые корни и является важной медико-социальной проблемой, обусловленной в первую очередь исторически сложившимся геохимическими особенностями почвы в республике, которые бедны микроэлементом йода [1]. Он химически не связывается с компонентами почв, вымывается дождями и не попадает в производимые на этих почвах продукты. Таким образом, йодная профилактика должна проводиться пожизненно, а йодное обеспечение населения требует постоянного контроля. В связи с этим в структуре эндокринологической заболеваемости на протяжении многих десятилетий в республике ведущее положение занимал эндемический зоб [2]. Дефицит йода¹ в организме при внутриутробном развитии и раннем детском возрасте приводит как к задержке интеллектуального развития, так и снижению резистентности щитовидной железы к радионуклидам йода

¹Мохорт Т. В., Аринчин А. Н., Петренко С. В., Гомолко Н. Н., Немец А. И. Йодный дефицит в Беларуси и методы его коррекции и профилактики: методические рекомендации Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Регистрационный № 5-0101. Утверждены МЗ РБ 6.06.2001. Минск. URL: <http://med.by/methods/pdf/5-0101.pdf> (дата обращения: 01.03.2026).

[3]. Оптимальное развитие центральной нервной системы происходит при достаточном содержании йода в организме плода и ребенка [4]. С начала 1980-х гг. в Беларуси было прекращено финансирование йодной профилактики. Однако Чернобыльская катастрофа 1986 г. поставила вопрос о необходимости ее возобновления, особенно среди детского населения. Формирование более 25 тыс. случаев рака щитовидной железы у детского населения и подростков было обусловлено выбросами в атмосферу и накоплением в организме детей радионуклидов йода на фоне выраженного йодного дефицита. В 1999 г. было проведено масштабное исследование по оценке йодной обеспеченности современными высокочувствительными методами и установлено, что у 80 % детей отмечались признаки легкой или умеренной йодной недостаточности, а уровень экскреции йода с мочой составил 45 мкг/Л (при нормативном значении – 100–150 мкг/Л).

К настоящему времени улучшение йодного обеспечения населения достигло оптимального уровня в связи с проведением государственными органами с 2001 г. многолетних профилактических мероприятий по ликвидации йодного дефицита. Однако в республике остаются группы риска населения по развитию йододефицитных заболеваний, в которые входят беременные женщины и дети школьного возраста. Йодный дефицит в Беларуси был ликвидирован в начале XXI в. и в 2010 г. республика вышла из списка стран с йододефицитными заболеваниями. Первое исследование тяжести йодного дефицита с определением экскреции йода с мочой и распространенности зоба с помощью ультразвуковой диагностики было проведено в 1991 г. в Гомельской обл. профессорами Г. А. Герасимовым и Р. Гутекунстом, содержание йода в моче обследованных детей определяли в Германии [5]. Впервые было установлено его наличие в питании детей и высокая распространенность эндемического зоба на загрязненных радионуклидами территориях.

Базовое обследование по йододефицитным заболеваниям, проведенное в Беларуси в 1997–1999 гг. под эгидой ЮНИСЕФ/ВОЗ в рамках первого национального исследования по йодной обеспеченности населения Беларуси, показало его умеренный уровень со значением медианного уровня йода в моче, равном 46,9 мкг/Л. Исследование было проведено с использованием современного аналитического высокочувствительного церий-арсенитного метода². Принимая во внимание, что йодная профилактика после катастрофы на ЧАЭС не проводилась, то йодное обеспечение населения республики на момент Чернобыльской катастрофы соответствовало этим уровням [3], свидетельствующее об отсутствии защиты щитовидной железы стабильным изотопом йода от радиоiodа. После начала национальной программы по искоренению йододефицитных заболеваний и увеличению производства и поставок йодированной соли медианный уровень йода в моче повысился до 128,6 мкг/Л в 2003 г. и впоследствии стабилизировался на уровне 165–180 мкг/Л. Рандомизированное национальное обследование школьников, проведенное в 2009 г., показало медианный уровень йода в моче 169,9 мкг/Л. У беременных женщин в 2008–2009 гг. уровень йода в моче также оказался в пределах рекомендуемого диапазона – 224 мкг/Л. Таким образом, по отношению к йодному статусу населения Беларусь достигла цели искоренения йододефицитных заболеваний. Следует отметить, что, согласно данным статистики здравоохранения, заболеваемость эндемическим зобом среди детей, подростков и даже взрослых снизилась в 2–3 раза за последние 20 лет.

Рак щитовидной железы. Рост заболеваемости раком щитовидной железы начался у детей и подростков Гомельской обл. в 1990 г., когда было выявлено 14 случаев рака, а в 1991 – уже 38. В последующие годы онкологические заболевания щитовидной железы стали выявляться на севере Украины и в западных районах России. В 1992 г. была доказана неоспоримая связь раков щитовидной железы с катастрофой на Чернобыльской АЭС [6]. Несколько позже появились публикации, доказывающие ведущую роль йодного дефицита у населения в формировании рака щитовидной железы, так как его ликвидация явилась основным профилактическим мероприятием ее защиты от радионуклидов йода. В условиях природного йодного дефицита и отсутствия адекватных профилактических мероприятий произошло повышенное накопление радиоактивного йода и формирование высоких уровней поглощенных доз облучения щитовидной железы (средняя доза на щитовидную железу составила 0,58 Грея) у значительной части населения Беларуси, особенно у детей и подростков, а также у беременных и кормящих женщин [7].

В настоящее время существует единогласное мнение, что повышенное накопление радиоактивного йода вследствие его дефицита в питании и отсутствие адекватной срочной профилактики в первые дни и часы после аварии являются ведущими факторами резкого увеличения заболеваемости раком щитовидной железы у детей и подростков в Беларуси.

Существенные отличия в заболеваемости радиационно-индуцированных опухолей щитовидной железы, которые появились уже через 5 лет между восточными регионами Польши и Брестской обл. можно

²Мохорт Т. В., Аринчин А. Н., Петренко С. В., Гомолко Н. Н., Немец А. И. Йодный дефицит в Беларуси и методы его коррекции и профилактики: методические рекомендации Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Регистрационный № 5-0101. Утверждены МЗ РБ 6.06.2001. Минск. URL: <http://med.by/methods/pdf/5-0101.pdf> (дата обращения: 01.03.2026).

объяснить только одним фактом – отсутствием организованной йодной профилактики в Беларуси непосредственно сразу после аварии на ЧАЭС. Массовая йодной профилактика населения Белостокского воеводства в конце апреля – начале мая 1986 г. охватила 95 % детей и 30 % взрослого населения и существенно предотвратила повышенное накопление радиойода и роста заболеваемости раком щитовидной железы. В то время как в Беларуси, России и Украине общая численность случаев чернобыльского рака у детей и подростков с 1990 г. составила 25 тыс. случаев, то в восточной части Польши вообще не было зарегистрировано дополнительных случаев рака щитовидной железы [8].

Йодная обеспеченность детского населения. За последнее двадцатилетие, благодаря широкомасштабному внедрению Белорусской модели ликвидации йодного дефицита, профилактическая работа, основанная на повсеместном использовании йодированной соли как при организации питания в детских садах, школах и средних образовательных учреждениях, так и в промышленном производстве продуктов питания, хлебопечении, начатая Правительством Республики Беларусь в 2001 г., принесла существенные результаты. Как было установлено, в 2003 г. показатели содержания йода в организме детей школьников достигли нормативных значений, рекомендованных ВОЗ/ЮНИСЕФ, уровень экскреции йода с мочой у школьников в возрасте 9–12 лет составил 110–120 мкг/Л [9].

Важную роль в улучшении обеспечения йодом организма жителей республики обеспечил Закон Республики Беларусь от 29 июня 2003 г. № 217-З «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека», которым предусматривалось использование йодированной соли в рационе питания населения. Кроме того, указывалось, что достаточное обеспечение населения республики микроэлементами йода является одним из важнейших профилактических мероприятий, направленных на снижение заболеваний щитовидной железы, вызванной такими экологическими факторами, как природный дефицит йода в почвах и водах республики и в связи с ростом дополнительных отрицательных антропогенных и глобальных экологических факторов (выбросы предприятий химического производства, нефтеперегонных и энергетических комплексов, повсеместное использование сельскохозяйственных удобрений).

Материалы и методы исследования

Степень йодного дефицита устанавливалась по содержанию йода в утренней порции мочи, который определялся спектрофотометрическим церий-арсенитным методом у здоровых детей в возрасте 9–12 лет [10], а объем щитовидной железы определяли ультразвуковой морфометрией с помощью портативного сканера «Медисон» с линейным датчиком 7,5 МГц. Исследование уровня йодного дефицита и распространенности заболеваемости зобом у детского населения проводилось йодной лабораторией Международного государственного экологического института им. А. Д. Сахарова БГУ (руководитель лаборатории – кандидат медицинских наук С. В. Петренко) в течение двадцатилетнего периода (с 1996 по 2018 г.) в рамках выполнения трех Национальных исследований, согласно протоколу и при финансовой поддержке ЮНИСЕФ/ВОЗ по изучению распространенности йододефицита в Беларуси, а в последующие годы в рамках выполнения темы по программе ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 годы. Полученные результаты легли в основу Стратегии ликвидации йодного дефицита в республике, принятой Правительством Беларуси в 2001 г. Показатели заболеваемости простым зобом и аутоиммунным тиреоидитом у детей школьного возраста в 2007–2019 гг. взяты из официальных материалов Минздрава Беларуси «Сравнительная характеристика деятельности эндокринологической службы Республики Беларусь» за 2007–2019 гг.

Статистическая обработка проводилась методом непараметрической статистики для оценки экскреции йода с мочой и методом Стьюдента, выделенных для сравнения пятилетних групп (2008–2013 и 2014–2019 гг.).

Результаты исследования и их обсуждение

Прогресс в устранении дефицита йода среди населения Беларуси в конце XX в. Изучение функционального состояния тиреоидной системы детей-школьников Беларуси в 1996–1999 гг., проводимое в рамках первого Национального исследования распространенности зоба и йодной обеспеченности детского населения при поддержке Представительства ЮНИСЕФ в Республике Беларусь, показало наличие выраженного йодного дефицита (содержание йода в моче ниже 100 мкг/Л) в Брестской обл. у 92,1 % обследованных, в Минской – у 88,7, в Витебской – у 85,1, и в Гродненской – у 78,8 % соответственно. Содержание йода в моче этого контингента детей было в Брестской обл. – 27,3 мкг/Л, Минской обл. – 38,1 мкг/Л, в Гродненской обл. – 47,0 мкг/Л. В связи с отсутствием йодной профилактики в период после катастрофы на ЧАЭС в 1986 г. и до момента обследования детей в 1996–1999 гг., можно заключить, что йодная обеспеченность детей на момент аварии была именно такой.

К 2000 г., после проведенного первого Национального исследования распространенности зоба и йододефицита, стало ясно, что практически вся Беларусь представляет собой йододефицитную территорию

с мозаичным распределением йододефицитных регионов. По полученным результатам, распространенность йодного дефицита составила 80,9 %, распространенность зоба у 17,2 % у обследованного детского населения, а в некоторых регионах (Брестская, Минская обл.) частота встречаемости зоба превышала 25–28 %, медиана экскреции йода с мочой у детей и подростков в среднем по республике была –44,5 мкг йода на литр мочи, что оценивалось как йододефицит средней степени (табл. 1).

Таблица 1

Распространенность зоба, йодного дефицита, медиана экскреции йода с мочой и степень йодного дефицита у детей и подростков Беларуси в 1996–1999 гг. [11]

Table 1

Prevalence of goiter, iodine deficiency, median urinary iodine excretion and degree of iodine deficiency in children and adolescents of Belarus in 1996–1999 [11]

Область	Распределение детей в % по уровню экскреции йода с мочой, мкг/Л					Медиана мкг/Л	Распространенность зоба, %		Степень йодного дефицита, %
	< 20	20–50	50–100	< 100	>100		пальпаторно	УЗИ	
Минская	19,8	43,2	25,7	88,7	11,3	38,1	43,8	14,6	Средняя
Гомельская	4,4	22,7	34,7	61,8	38,2	79,8	22,9	5,6	Легкая
Брестская	35,2	39,7	17,2	92,1	7,9	27,3	31,7	27,8	Средняя
Витебская	19,7	40,7	24,7	85,1	14,9	40,3	35,4	23,4	Средняя
Могилевская	11,1	39,9	28,0	79,0	21,0	49,0	32,5	14,3	Средняя
Гродненская	15,5	38,7	24,6	78,8	21,2	47,0	29,6	17,4	Средняя
Беларусь	17,6	37,5	25,8	80,9	19,1	44,5	33,4	17,2	Средняя

Йодированную соль использовало не более 30,0 % населения, индивидуальная и групповая профилактика препаратами йода не проводилась. Обращает внимание низкая степень экскреции йода с мочой у детей, проживающих в Брестской и Гродненской областях, а также высокий уровень распространенности зоба. Анализ результатов показал достоверную отрицательную корреляционную зависимость между содержанием йода в моче и распространенностью зоба в обследованных регионах республики, что научным обоснованием для принятия мер по устранению йодного дефицита у населения Беларуси на государственном уровне [11].

Полученные результаты показателей заболеваемости простым зобом и аутоиммунным тиреоидитом детского населения (на 100 тыс. чел.) в обследованных населенных пунктах Беларуси в 2008–2013 и 2014–2019 гг. приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика показателей заболеваемости простым зобом и аутоиммунным тиреоидитом детского населения (на 100 тыс. чел.) в обследованных населенных пунктах Беларуси в 2008–2013 и 2014–2019 гг.

Table 2

Comparative characteristics of the incidence rates of simple goiter and autoimmune thyroiditis in children (per 100 thousand people) in the surveyed settlements of Belarus in the periods 2008–2013 and 2014–2019

Город	Простой зоб М ± m, 2008–2013 гг.	Простой зоб М ± m, 2014–2019 гг.	Уровень достоверности, n = 6	Ме мкг/Л 2021–2025 гг.	АИТ М ± m, 2008–2013 гг.	АИТ М ± m, 2014–2019 гг.	Уровень достоверности, n = 6
Минск	143,4 ± 12,3	102,3 ± 6,3	P = 0,05;* ↓	204,5	42,2 ± 5,6	45,7 ± 5,4	P = 0,95
Островец	216,3 ± 9,4	121,7 ± 2,0	P = 0,05;* ↓	197,8	46,3 ± 3,3	40,25 ± 2,42	P = 0,64
Бобруйск	196,6 ± 11,7	119,6 ± 3,4	P = 0,05;* ↓	175,3	42,5 ± 4,6	59,4 ± 3,7	P = 0,05*↑
Жлобин	173,6 ± 10,5	125,6 ± 5,7	P = 0,05;* ↓	159,3	45,6 ± 7,8	63,8 ± 4,8	P = 0,05*↑
Брест	165,5 ± 13,4	99,8 ± 7,5	P = 0,05;* ↓	228,8	50,97 ± 6,81	75,46 ± 3,26	P = 0,01*↑
Беларусь	239,32 ± 13,37	190,6 ± 9,28	P = 0,015;* ↓	191,3	47,6 ± 2,03	45,26 ± 0,62	P = 0,717

В результате постоянно проводимой йодной профилактики показатели заболеваемости диффузным эндемическим зобом достоверно снизились у детей школьного возраста Беларуси с 2008–2013 по 2014–2019 гг. (см. табл. 2). В тоже время показатели заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом в обследованных населенных пунктах оказались повышенными, что не выявлено при анализе заболеваемости АИТ-ом на областном уровне (табл. 3).

В результате постоянно проводимой йодной профилактики показатели йодного обеспечения у детей школьного возраста Беларуси с 2008–2013 по 2014–2019 гг. достигли нормативных значений, рекомендованных ЮНИСЕФ/ВОЗ (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная характеристика йодной обеспеченности детей школьного возраста в обследованных населенных пунктах Беларуси в 2021–2025 гг.

Table 3

Comparative characteristics of iodine status of school-age children in surveyed settlements of Belarus in 2021–2025

Город	Частота распределения детей по йодной обеспеченности (выборка детей для каждого пункта 30 чел.)					Ме мкг/Л	Употребление йодированной соли %
	0–50 мкг/Л	51–100 мкг/Л	101–150 мкг/Л	151–300 мкг/Л	Более 301 мкг/Л		
Минск	8,0	11,0	23,0	32,0	26,0	204,5	64,0
Брест	0,0	13,0	7,0	67,0	13,0	228,8	68,0
Бобруйск	10,0	14,0	25,0	32,0	19,0	175,3	80,3
Жлобин	8,1	11,8	27,0	32,5	26,1	159,3	62,0
Островец	8,0	12,0	27,0	35,0	18,0	197,8	89,0
Беларусь	9,0	12,4	21,8	36,4	20,4	191,3	65,0

В тоже время показатели заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом в обследованных населенных пунктах оказались повышенными, что не установлено при анализе заболеваемости АИТ-ом на областном уровне (табл. 4).

Показатели заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом у детей школьного возраста в изученные периоды изменялись неоднозначно. Если показатели заболеваемости этой нозологической формой в Гомельской обл. и г. Минске достоверно снизились в 1,68 и 1,89 раза соответственно, то в Брестской и Гродненской областях отмечен их достоверный рост в 1,5 и 1,7 раза соответственно. В остальных областях и республике в целом не обнаружено достоверных изменений показателя заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом у детей (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная характеристика показателей заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом у детского населения (на 100 тыс. чел.) в Беларуси на областном уровне в 2007–2012 и 2013–2018 гг.

Table 4

Comparative characteristics of the incidence rates of autoimmune thyroiditis in the child population (per 100 thousand people) in Belarus at the regional level in the periods 2007–2012 and 2013–2018

Область	$M \pm m$, 2007–2012 гг.	Медиана йода, 2006	$M \pm m$, 201–2018 гг.	Медиана йода, 2018	Уровень достоверности
Гомельская	$74,10 \pm 5,00$	166,9	$44,03 \pm 2,10$	193,4	$P = 0,0003^*$; ↓
Могилевская	$44,57 \pm 5,36$	191,2	$38,53 \pm 4,42$	287,5	$P = 0,407$;
Брестская	$50,97 \pm 6,81$	166,9	$75,46 \pm 3,26$	117,0	$P = 0,010^*$; ↑
Гродненская	$36,47 \pm 5,99$	199,3	$62,00 \pm 7,39$	171,4	$P = 0,025^*$; ↑
Витебская	$42,60 \pm 2,76$	188,7	$31,44 \pm 5,58$	190,8	$P = 0,105$;
Минская	$32,03 \pm 1,19$	166,5	$37,8 \pm 2,67$	186,5	$P = 0,079$;
г. Минск	$60,09 \pm 6,38$	185,5	$31,71 \pm 6,43$	204,5	$P = 0,0019^*$; ↓
Беларусь	$47,6 \pm 2,03$	179,2	$45,26 \pm 0,62$	191,3	$P = 0,717$;

Таким образом, улучшение йодного обеспечения детей ведет к снижению у них показателей заболеваемости простым зобом во всех обследованных населенных пунктах, а в Брестской и Гродненской областях за последние 10 лет установлен достоверный рост показателей заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом.

Заключение

Нормализация йодного обеспечения жителей Беларуси привела к достоверному снижению показателей заболеваемости щитовидной железой, в первую очередь простым зобом, среди детского населения страны. В 2010 г. Республика Беларусь вышла из списка стран с недостаточным йодным обеспечением благодаря разработке и внедрению белорусской модели ликвидации йодного дефицита, основанной на рекомендациях Международного совета по контролю за йододефицитными заболеваниями и повсеместному использованию йодированной соли. Вместе с тем в литературе имеются упоминания, что длительное проведение йодной профилактики у населения, проживающего в йоддефицитном регионе, приводит к росту в крови антител, тиреопероксидазы и тиреоглобулина, а также формирует аутоиммунный тиреоидит. Избыточное потребление йода, обусловленное программами по снижению потребления соли без адекватного плана последующего наблюдения и мониторинга, может объяснить (по крайней мере, частично) распространенность тиреоидита Хашимото. Поэтому установление баланса между здоровым потреблением соли, стратегиями программ по снижению потребления соли и возможными функциональными последствиями и аутоиммунными заболеваниями щитовидной железы в популяции представляет собой серьезную проблему [12].

Однако в ряде других долгосрочных исследований, преимущественно кросс-секционных статистических, установлено снижение распространенности антител к тиреопероксидазе (ТРОАб) и тиреоглобулину (ТгАб), а также сохранение нормальной биохимической функции щитовидной железы в течение двух десятилетий после введения йода с продуктами питания [13]. Обширное изучение этого вопроса свидетельствует, что введение йода безопасно, а длительное йодирование соли не вызывает увеличения числа аутоиммунных заболеваний щитовидной железы в исследуемых популяциях и не представляет угрозу безопасности для здоровья населения [14].

Вместе с тем у детского населения Брестской и Гродненской областей за последний десятилетний период установлен достоверный рост показателей заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом (АИТ), а в Брестской и ряде других областей – рост показателей заболеваемости раком щитовидной железы. Результаты роста показателей заболеваемости АИТ и раком щитовидной железы в условиях многолетнего достаточного йодного обеспечения необычны и могут свидетельствовать о проявлении радиобиологических последствий йодного дефицита у населения республики на момент Чернобыльской катастрофы и формировании синдрома радиационно-индуцированной геномной нестабильности клеток щитовидной железы.

Радиационно-индуцированная нестабильность генома (РИНГ) – это состояние клеток, при котором после воздействия радиации у потомства облученных клеток (через множество делений) спонтанно возникают новые мутации и повреждения. Радиационно-индуцированная геномная нестабильность передается по наследству не как классическая мутация в одном гене, а как склонность системы к поломкам [15].

В целом, Белорусская модель ликвидации йодного дефицита, основанная на широкомасштабном облигатном использовании йодированной соли при производстве продуктов питания и при организации питания в школьных и дошкольных учреждениях, оказалась высокоэффективной и не дорогой профилактической процедурой, позволяющей сохранить интеллектуальный потенциал нации.

Библиографические ссылки

1. Лозовский ЛН. *Стабильный йод в почвах Беларуси в 1960 годах*. В: Лупиневич ИС, Дубиковский ГП, редакторы. *Микроэлементы в почвах БССР и эффективность удобрений*. Минск: БГУ; 1970. с. 224–228.
2. Данилова ЛИ, Холодова ЕА, Стожаров АН. *Эндемический зоб: особенности диагностики, лечения и профилактики в различных возрастных группах населения*. Минск: [б. и.]; 1996. 30 с.
3. Robbins J, Dunn J, Bouville A, Kravchenko V, Lubin J, Petrenko S, et al. Iodine Nutrition and Risk from Radioactive Iodine: A Workshop Report in the Chernobyl Long-Term Follow-Up Study. *Thyroid*. 2001;11(5):487–491. DOI: 10.1089/105072501300176444.
4. Delange F. The role of iodine in brain development. *The Proceedings of the Nutrition Society*. 2000;59(1):75–79. <https://doi.org/10.1017/s0029665100000094>. PMID: 10828176.
5. Герасимов ГА, Гутекунст Р. Эндемический зоб и йодная обеспеченность в Гомельской области. В: *Сборник докладов 3-й Республиканской научно-практической конференции врачей*. Минск: [б. и.]; 1992. Том 2. с. 137.
6. Baverstock K, Egloff B, Pinchera A, Ruchti C, Williams D. Thyroid cancer after Chernobyl. *Nature*. 1992;359(6390):21–22. <https://doi.org/10.1038/359021b0>. PMID: 1522880.
7. Drozdovitch V, Minenko V, Khrouch V, Leshcheva S, Gavrillin Y, Khrutchinsky A, et al. Thyroid dose estimates for a cohort of Belarusian children exposed to radiation from the Chernobyl accident. *Radiation Research*. 2013;179:597–609. <https://doi.org/10.1667/RR3153.1>.

8. Niedziela M, Korman E, Breborowicz D, Trejster E, Harasymczuk J, Warzywoda M, et al. A prospective study of thyroid nodular disease in children and adolescents in western Poland from 1996 to 2000 and the incidence of thyroid carcinoma relative to iodine deficiency and the Chernobyl disaster. *Pediatr Blood Cancer*. 2004;42(1):84–92. DOI: 10.1002/pbc.10421.
9. Качан ВИ, Мохорт ТВ, Коломиец НД, Филонов ВП, Петренко СВ, Забаровская ЗВ, и др. Стратегия устранения йодного дефицита в республике Беларусь: оценка результатов 10-летней работы. *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*. 2010;6(3):30–34. <https://doi.org/10.14341/ket20106330-34>.
10. Петренко СВ, Пухтеева ИВ, Сидорович АН. Первичная заболеваемость тиреоидной системы и йодное обеспечение организма взрослого населения Заводского района г. Минска. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2022;4:89–96.
11. Аринчин АН, Гембицкий М, Петренко СВ. Зобная эндемия и йодная недостаточность у детей и подростков Республики Беларусь. *Здравоохранение*. 2000;11:25–30.
12. Sundick RS, Bagchi N, Brown TR. The role of iodine in Autoimmune thyroid diseases: from chickens to humans – a review. *Autoimmunity*. 1992;13:61–68. <https://doi: 10.3109/08916939209014636>.
13. Atapattu N, Jayatissa R, de Silva H, Adlan MA, Obuobie EK, Premawardhana LD. Thyroid Autoimmunity During Universal Salt Iodisation-Possible Short-Term Modulation with Longer-Term Stability. *Diseases*. 2025;13(6):166. <https://doi: 10.3390/diseases13060166>.
14. Vargas-Uricoechea H, Castellanos-Pinedo A, Meza-Cabrera IA, Pinzón-Fernández MV, Urrego-Noguera K, Vargas-Sierra H. Iodine Intake from Universal Salt Iodization Programs and Hashimoto's Thyroiditis: A Systematic Review. *Nutrients*. 2024;16(24):4299.
15. Karotki AV, Baverstock K. What mechanisms/processes underlie radiation-induced genomic instability? *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2012;69(20):3351–3360. <https://doi:10.1007/s00018-012-1148-5>. Epub 2012 Sep 6. PMID: 22955377; PMCID: PMC11115179.

References

1. Lozovsky LN. *Stabilnyi iod v pochvakh Belarusi v 1960-kh* [Stable iodine in soil in Belarus in 1960s.] In: Lupinovitch IS, Dubikovskiy GP, editors. *Mikroelementy v pochvakh BSSR i effektivnost udobrenii*. Minsk: BGU; 1970. p. 224. Russian.
2. Danilova LI, Kholodova EA, Stozharov AN. *Endemicheski zob: osobennosti diagnostiki, lechenia i profilaktiki v raslichnykh vosrastnykh grupakh naselenia* [Endemic goiter: features of diagnosis, treatment and prevention in various inflammatory population groups]. Minsk: [publisher unknown]; 1996. 30 p. Russian.
3. Robbins J, Dunn J, Bouville A, Kravchenko V, Lubin J, Petrenko S, et al. Iodine Nutrition and Risk from Radioactive Iodine: A Workshop Report in the Chernobyl Long-Term Follow-Up Study. *Thyroid*. 2001;11(5):487–491. DOI: 10.1089/105072501300176444.
4. Delange F. The role of iodine in brain development. *The Proceedings of the Nutrition Society*. 2000;59(1):75–79. <https://doi:10.1017/s0029665100000094>. PMID: 10828176.
5. Gerasimov GA, Gutekunst R. *Endemicheski zob i iodnaya obespechennost v Gomelskoi oblasti* [Endemic goiter and iodine deficiency in the Gomel region Materials of the 3rd Republican Scientific and Practical Conference of Physicians]. Minsk: [publisher unknown]; 1992. Volume 2. p. 137. Russian.
6. Baverstock K, Egloff B, Pinchera A, Ruchti C, Williams D. Thyroid cancer after Chernobyl. *Nature*. 1992;359(6390):21–22. <https://doi:10.1038/359021b0>. PMID: 1522880.
7. Drozdovitch V, Minenko V, Khrouch V, Leshcheva S, Gavrilin Y, Khrutchinsky A, et al. Thyroid dose estimates for a cohort of Belarusian children exposed to radiation from the Chernobyl accident. *Radiation Research*. 2013;179:597–609. <https://doi.org/10.1667/RR3153.1>.
8. Niedziela M, Korman E, Breborowicz D, Trejster E, Harasymczuk J, Warzywoda M, et al. A prospective study of thyroid nodular disease in children and adolescents in western Poland from 1996 to 2000 and the incidence of thyroid carcinoma relative to iodine deficiency and the Chernobyl disaster. *Pediatr Blood Cancer*. 2004;42(1):84–92. DOI: 10.1002/pbc.10421.
9. Качан ВИ, Мохорт ТВ, Коломиец Н.Д, Филонов ВП, Петренко СВ, Забаровская ЗВ, и др. Стратегия устранения йодного дефицита в республике Беларусь: оценка результатов 10-летней работы. [Strategy for the elimination of iodine deficiency in the Republic of Belarus: an assessment of the results of 10 years of work]. *Klinicheskaya i eksperimentalnaya tireoideologia*. 2010;6(3):30–34. <https://doi.org/10.14341/ket20106330-34>. Russian.
10. Petrenko SV, Puchteeva IV, Sidorovich AN. *Pervichnaya zaboлеваemost tyroidnoi systemy i iodnoe obespechenie organizma vsroslogo naselenia Zavodskogo rajona goroda Minska* [Primary incidence of the thyroid system and iodine supply of the adult population in the zavodskoy district of Minsk]. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologia*. 2022;4:89–96. Russian.
11. Arinchin AN, Gembitskii M, Petrenko SV. *Zobnaya endemiya i iodnaya nedostatochnost' u detei i podrostkov Respubliki Belarus*. [Goiter endemy and iodine deficiency in children and adolescents of the Republic of Belarus]. *Zdravookhranenie*. 2000;11:25–30. Russian.
12. Sundick RS, Bagchi N, Brown TR. The role of iodine in Autoimmune thyroid diseases: from chickens to humans – a review. *Autoimmunity*. 1992;13:61–68. <https://doi: 10.3109/08916939209014636>.
13. Atapattu N, Jayatissa R, de Silva H, Adlan MA, Obuobie EK, Premawardhana LD. Thyroid Autoimmunity During Universal Salt Iodisation-Possible Short-Term Modulation with Longer-Term Stability. *Diseases*. 2025;13(6):166. <https://doi: 10.3390/diseases13060166>.
14. Vargas-Uricoechea H, Castellanos-Pinedo A, Meza-Cabrera IA, Pinzón-Fernández MV, Urrego-Noguera K, Vargas-Sierra H. Iodine Intake from Universal Salt Iodization Programs and Hashimoto's Thyroiditis: A Systematic Review. *Nutrients*. 2024;16(24):4299.
15. Karotki AV, Baverstock K. What mechanisms/processes underlie radiation-induced genomic instability? *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2012;69(20):3351–3360. <https://doi:10.1007/s00018-012-1148-5>. Epub 2012 Sep 6. PMID: 22955377; PMCID: PMC11115179.