

Для корреспонденции

Федоренко Екатерина Валерьевна – кандидат медицинских наук, доцент, заместитель директора по сопровождению практического санитарно-эпидемиологического надзора и работе с ЕЭК Государственного предприятия «НПЦГ»
 Адрес: 220012, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, д. 8
 Телефон: (375-17) 318-53-65, (375-25) 997-99-12
 E-mail: afedorenko71@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0003-1240-1234>

Федоренко Е.В.¹, Коломиец Н.Д.², Мохорт Т.В.³, Сычик С.И.¹, Бельшева Л.Л.¹,
 Мохорт Е.Г.³, Петренко С.В.⁴

К вопросу интеграции программ ликвидации йоддефицита и снижения потребления соли

On integration of the iodine deficiency elimination and salt reduction programs

Fedorenko E.V.¹, Kolomiets N.D.²,
 Mokhort T.V.³, Sychik S.I.¹,
 Belysheva L.L.¹, Mokhort E.G.³,
 Petrenko S.V.⁴

¹ Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», 220012, г. Минск, Республика Беларусь

² Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования», 220013, г. Минск, Республика Беларусь

³ Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», 220116, г. Минск, Республика Беларусь

⁴ Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета», 220070, г. Минск, Республика Беларусь

¹ Scientific Practical Centre of Hygiene, 220012, Minsk, Republic of Belarus

² Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, 220013, Minsk, Republic of Belarus

³ Belarusian State Medical University, 220116, Minsk, Republic of Belarus

⁴ International Sakharov Environmental Institute of the Belarusian State University, 220070, Minsk, Republic of Belarus

Избыточное потребление соли является фактором риска развития неинфекционных заболеваний, однако ее йодирование – наиболее эффективный метод популяционной профилактики йодного дефицита (ЙД). В связи с этим необходима оценка алиментарного поступления йода при использовании йодированной соли в пищевой промышленности и потенциального снижения уровня ее потребления.

Цель исследования – оценить возможность интеграции программ профилактики ЙД и снижения потребления соли среди взрослого населения в Республике Беларусь.

Финансирование. В работе использованы результаты, полученные в рамках задания 03.01 «Разработать и внедрить методические подходы и критерии оценки алиментарной нагрузки контаминантами, пищевыми добавками и обогащающими биологически активными веществами» (№ ГР 20100927, 2010-2012) отраслевой научно-технической программы «Здоровье и окружающая среда».

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Федоренко Е.В., Коломиец Н.Д., Мохорт Т.В., Сычик С.И., Бельшева Л.Л., Мохорт Е.Г., Петренко С.В. К вопросу интеграции программ ликвидации йоддефицита и снижения потребления соли // Вопросы питания. 2022. Т. 91, № 3. С. 53–63. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2022-91-3-53-63>

Статья поступила в редакцию 03.02.2022. **Принята в печать** 04.05.2022.

Funding. The research used the results obtained within the framework of task 03.01 “To develop and implement methodological approaches and criteria for assessing the alimentary load of contaminants, food additives and enriching biologically active substances” (No. GR 20100927, 2010–2012) of the branch scientific and technical program “Health and Environment”.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citation: Fedorenko E.V., Kolomiets N.D., Mokhort T.V., Sychik S.I., Belysheva L.L., Mokhort E.G., Petrenko S.V. On integration of the iodine deficiency elimination and salt reduction programs. Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]. 2022; 91 (3): 53–63. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2022-91-3-53-63> (in Russian)

Received 03.02.2022. **Accepted** 04.05.2022.

Материал и методы. С использованием роданидно-нитритного метода проведено определение йода в отдельных видах пищевой продукции. С учетом фактического питания, оцененного с использованием частотного метода среди 583 респондентов старше 18 лет, проживающих в Минске, из различных социально-экономических групп, проведена оценка алиментарного поступления йода при различных уровнях использования соли в домохозяйствах. Уровень йодной обеспеченности дополнительно оценен на основании данных йодурии, полученных церий-арсенитным спектрофотометрическим методом, у 100 взрослых здоровых лиц в возрасте старше 18 лет, проживающих в Минске (65 женщин и 35 мужчин).

Результаты. В рамках законодательного закрепления использования йодированной соли в пищевом производстве наблюдается устойчивое увеличение уровня йода в целевой продукции (хлебобулочных и мясных изделиях до 42,0 и 133,3 мкг/100 г соответственно). Содержание обсуждаемого микроэлемента в рационе взрослого населения в последние десятилетия увеличилось как минимум в 1,9 раза – до 237,3 мкг/сут в наиболее реалистичной модели потребления. Основным источником йода являются продукты промышленного производства, которые формируют 30–58% алиментарной экспозиции обсуждаемому микронутриентом. Потребление соли в Республике Беларусь составляет в среднем 10,6 г/сут, что формирует риски развития неинфекционных заболеваний и обуславливает необходимость реализации программ по снижению ее уровня в рационе. Моделирование сценариев со снижением уровня использования соли в домашних хозяйствах в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) свидетельствует о том, что основной вклад в алиментарную экспозицию йодом будут вносить хлебобулочные изделия (38%), около 1/3 будет формироваться за счет столовой соли, возрастет значение нецелевой обогащенной продукции (молочные продукты и яйца – до 21%). Вклад столовой йодированной соли в алиментарную экспозицию йодом достигает 43% при фактических уровнях ее потребления и снизится до 18% при снижении такового до рекомендуемых ВОЗ значений. Медиана йодурии среди обследованных лиц составляет 136,8 мкг/л, что свидетельствует об адекватной йодной обеспеченности.

Заключение. При совместной реализации программ по профилактике йоддефицитных и сердечно-сосудистых заболеваний, ассоциированных с избыточным поступлением соли, необходимо учитывать национальные условия – обязательность использования йодированной соли в пищевой промышленности, уровень ее обогащения, содержание указанного микронутриента в пищевых продуктах и структуру их потребления среди отдельных групп населения.

Ключевые слова: йоддефицитные заболевания; йодированная соль; интеграция профилактических программ; снижение потребления соли

Excessive salt intake is a risk factor for noncommunicable diseases, but salt iodization is the most effective method of population-based prevention of iodine deficiency. Therefore, an assessment of dietary iodine intake from the use of iodized salt in the food industry and potential reductions in salt intake is needed.

Objective. To assess the feasibility of integrating iodine deficiency prevention and salt reduction programmes among the adult population in the Republic of Belarus.

Material and methods. Using the thiocyanate-nitrite method, the determination of iodine in various types of foods was carried out. Taking into account the actual dietary intake, estimated using the frequency method among 583 respondents over 18 years old, living in Minsk, from various socioeconomic groups, alimentary iodine intake was assessed at different levels of salt use in households. The level of iodine sufficiency was additionally estimated on the base of urinary excretion data obtained by the cerium-arsenite spectrophotometric method in 100 healthy adults over the age of 18 living in Minsk (65 women and 35 men).

Results. As part of the legal framework for the use of iodized salt in food production, there has been a steady increase in iodine levels in the target products (bakery and meat products to 42.0 and 133.3 µg/100 g respectively). The content of the discussed micronutrient in the diet of the adult population has raised at least 1.9-fold in recent decades, to 237.3 µg/day in the most realistic consumption model. The main source of iodine among this subpopulation is commercially produced foods with iodized salt, which forms 30–58% of the alimentary iodine exposure. Consumption of salt in Belarus averages 10.6 g per day, which poses a risk of developing noncommunicable diseases and necessitates programmes to reduce the level of salt in the diet. Modeling of scenarios with reduction of salt use in households in accordance with the recommendations of the World Health Organization (WHO) shows that the main contribution to dietary iodine exposure will be made by bread products (38%), about 1/3 will be formed by table salt, the value of non-target fortified products (milk and eggs) will increase (up to 21%). The contribution of table iodized salt to the dietary iodine exposure reaches 43% at actual consumption levels and will decrease to 18% if it is reduced to the WHO recommended values. The median of ioduria among those surveyed is 136.8 µg/l, indicating adequate iodine supply.

Conclusion. In implementing joint programs on prevention of iodine deficiency and cardiovascular diseases associated with excessive salt intake, it is necessary to consider national conditions – mandatory use of iodized salt in food industry, its level of fortification, content of this micronutrient in foodstuffs and structure of their consumption among certain population groups.

Keywords: iodine deficiency diseases; iodized salt; integration of prevention programs; salt intake reduction

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) признает йодирование соли наиболее простым и доступным методом популяционной профилактики йодного дефицита (ЙД) [1]. Оценка эффективности такого подхода показала, что в глобальном масштабе 88% населения использует йодированную соль (ЙС) [2], а распространенность клинических проявлений йоддефицитных заболеваний (ЙДЗ) снизилась с 13,1 до 3,2%. Благодаря

йодированию соли было предотвращено 720 млн случаев заболеваний, ассоциированных с недостаточным поступлением йода с рационом. В 2019 г. на основании медианы йодурии (ЙУ) только в 19 странах мира наблюдался ЙД [3].

В Республике Беларусь с 1997 г. реализуется стратегия ликвидации ЙД, включающая наряду с гигиеническим и медицинским мониторингом требования

к содержанию йода в ЙС, ее обязательное использование при производстве пищевой продукции и в питании организованных коллективов, а также популяризацию ее использования для профилактики ЙДЗ [4, 5].

Объективным эпидемиологическим критерием достижения адекватной йодной обеспеченности является уровень первичной заболеваемости врожденным гипотиреозом. В Беларуси в последние десятилетия наблюдается стабильно низкий уровень указанной патологии, ассоциированной с наследственными формами заболевания, сопоставимый с таковым для населения европейского региона с достаточным поступлением йода с рационом. Первичная заболеваемость врожденным гипотиреозом, основанная на подтверждении диагноза на втором этапе скрининга, свидетельствует о стабильном снижении – указанный показатель (на 100 тыс. населения) составил в 2006 г. 1,96, в 2016 г. – 1,27, а в 2020 г. достиг 1,14. В рамках национального исследования в 2017–2018 гг. была проведена оценка размеров щитовидной железы у детей школьного возраста. Ее объем среди обследованных в возрастной группе 9–11 лет варьировал в пределах 4,3–6,5 см³, что соответствует нормальным возрастным референсным показателям. Также, по данным статистической отчетности эндокринологической службы, отмечается снижение первичной заболеваемости тиреотоксикозом, диффузным зобом [6]. У детского населения в 2018 г. наблюдалось адекватное обеспечение йодом – медиана ЙУ в целом по республике у детей 9–12 лет составила 191,3 мкг/л [7]. Несколько иная картина наблюдалась среди беременных – указанный показатель был ниже установленных ВОЗ критериев и составлял в среднем в республике 121,2 мкг/л [6].

В то же время целевой группой, нуждающейся в дополнительном поступлении йода, являются беременные. При адекватной йодной обеспеченности в Республике Беларусь в целом у этой категории населения сохраняется относительно низкая медиана ЙУ – 121,2 мкг/л, что ниже целевого показателя, рекомендованного экспертами (150 мкг/л). Доказано, что дефицит йода может быть триггером гипотироксинемии как в организме беременной, так и у плода, что определяет высокую вероятность нарушения формирования нейронных связей в мозге и оказывает влияние на развитие интеллекта ребенка [8]. Выявленный дефицит йода у беременных обуславливает необходимость принятия дополнительных мер: прием йодида калия в дозе 100–150 мкг/сут на этапе планирования и в период беременности, что полностью соответствует международным и национальным рекомендациям [9, 10].

При этом ВОЗ подчеркивает, что адекватность потребления йода следует оценивать среди различных субпопуляций населения, а не только репрезентативных и чувствительных групп – детей школьного возраста, беременных и кормящих женщин [1].

Законодательное закрепление обязательного использования ЙС в пищевой промышленности и на объектах общественного питания обеспечивает устойчивость

и эффективность национальной стратегии профилактики ЙД. При этом в современных условиях в связи с обогащением иных видов пищевой продукции, обращении БАД к пище, содержащих йод, актуальной является оценка безопасности, ассоциированной с риском избыточного алиментарного поступления йода.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ в рамках профилактики неинфекционных заболеваний в ряде регионов мира реализуются программы, целью которых является снижение потребления населением соли [11]. Указанные меры направлены как на редукцию уровня соли в продукции промышленного производства, так и на поддержку формирования пищевого поведения потребителей, предусматривающего ограничение использования столовой соли для досаливания пищи, отказ или существенное сокращение потребления переработанных продуктов с высоким ее содержанием. Согласно опубликованным данным, на долю продуктов промышленного производства приходится до 77% поступающей с рационом соли [12]. В Беларуси уровень потребления соли взрослыми составляет в среднем 10,6 г/сут, что выше рекомендаций ВОЗ, как и в иных странах европейского региона [13, 14]. Снижение применения обсуждаемого ингредиента требует дополнительных ресурсов изготовителей пищевой продукции массового потребления для разработки новых рецептур, связанных с этим процедур и характеризуется определенной инертностью. Поэтому более эффективным и быстрым может оказаться воздействие на выбор потребителей в пользу рациона с меньшим содержанием соли, в том числе за счет снижения ее использования в домашнем хозяйстве.

Обсуждаемые проблемы, значимые с точки зрения общественного здравоохранения, требуют нахождения баланса между ликвидацией ЙД за счет использования ЙС и снижения уровня ее потребления для профилактики неинфекционных заболеваний.

В связи с этим получение количественных данных, позволяющих оценить устойчивость национальной стратегии ликвидации ЙДЗ, эффективность мер популяционной профилактики и их безопасность с точки зрения возможного избыточного поступления йода с рационом, с учетом уровня информированности и приверженности потребителей использованию ЙС для ликвидации недостаточности обсуждаемого эссенциального микроэлемента в питании при интеграции с программами по снижению потребления указанного вкусового продукта, является актуальным.

Цель работы – оценить возможность интеграции программ профилактики ЙД и снижения потребления соли среди взрослого населения в Республике Беларусь.

Задачи:

- оценить риск недостаточного или избыточного поступления йода среди взрослых при различных сценариях экспозиции;
- провести моделирование содержания указанного эссенциального микронутриента в рационе при различных уровнях потребления столовой соли;

– дать оценку возможности интеграции программ профилактики ИД и снижения потребления соли среди взрослого населения.

Материал и методы

Содержание йода в пищевой продукции определяли роданидно-нитритным методом [15]. Оценку структуры потребления пищевых продуктов проводили с использованием частотного метода [16] в 2016–2017 гг. среди 583 респондентов старше 18 лет, проживающих в Минске, из них 283 мужчины и 300 женщин из различных социально-экономических групп. При оценке рациона учитывалось естественное и модифицированное содержание йода в пищевой продукции и вариабельность ее потребления населением.

К **целевым** пищевым продуктам относились хлебобулочные изделия (ХБИ) и мясная продукция (МП), при изготовлении которых в соответствии с законодательством в обязательном порядке используется только ЙС.

Нецелевые в отношении обогащения обсуждаемым микроэлементом продукты включали молочные продукты за счет использования йодказеина и яйца, в которых уровень йода увеличен за счет биофортификации. Принимали во внимание биодоступность указанного микроэлемента при алиментарном поступлении на уровне 92% [17].

Были обоснованы модели алиментарной экспозиции, учитывающие наиболее реалистичные (основанные на средних уровнях) и аgravированные (учитывающие высокие, на уровне 95-го перцентиля, 95 P) варианты ее формирования [18]. Оценка, основанная на среднем потреблении, позволяет получать наиболее реалистичные данные, тогда как аgravированные сценарии, учитывающие максимальное содержание вещества в продуктах и высокие уровни потребления, маловероятны, но информативны, поскольку не превышение верхнего допустимого уровня йода при таких моделях будет с большой надежностью свидетельствовать об отсутствии недопустимых рисков во всей популяции. Критерием достаточного поступления обсуждаемого эссенциального микроэлемента являлись нормы физиологических потребностей, составляющие для взрослого населения 150 мкг/сут, а потенциальную избыточность указанного вещества оценивали относительно верхнего допустимого уровня в 600 мкг/сут, согласно национальным документам [19].

Алиментарную экспозицию йодом оценивали в соответствии с [18] по следующим моделям:

- 1-я модель – потребление йода только за счет пищевых продуктов с его естественным содержанием;
- 2-я модель – в рационе используются целевые пищевые продукты с модифицированным уровнем йода – ХБИ и МП, при производстве которых в соответствии с законодательством использовалась ЙС, уровень йода в нецелевых продуктах (молочная группа и яйца) соответствует его естественному содержанию;

– 3-я модель – в дополнение к рациону согласно 2-й модели учитывали потребление нецелевой обогащенной пищевой продукции в различных порциях и использование столовой ЙС самим потребителем. С учетом того, что указанный пищевой продукт является основным носителем йода, исходя из рекомендованного ВОЗ количества (не более 5 г/сут) [11] и фактического потребления соли взрослыми в Беларуси (10,6 г/сут) [13], вклада обсуждаемого вкусового ингредиента в составе переработанной пищевой продукции в общее поступление с рационом соли (около 80% [12]), уровень дополнительного потребления столовой соли, используемой потребителем в домашнем хозяйстве, принимался нами за 1/5, что составляло 1 и 2 г соответственно, концентрация йода в ней – на уровне среднего нормируемого значения 40 мкг/г (рис. 1). За содержание указанного микроэлемента в продуктах промышленного производства принимали фактически определенные значения за исключением МП, в которой содержание йода рассчитывали исходя из рецептов в зависимости от массовой доли соли.

Экскрецию йода с мочой, являющуюся биоиндикатором йодной обеспеченности, оценивали по медиане ЙУ. Уровень обсуждаемого микроэлемента определяли церий-арсенитным спектрофотометрическим методом с предшествующим озолением образцов хлорноватой кислотой (реакция Санделла–Кольтхофф) в утренней порции мочи [20]. Обследованы 100 взрослых здоровых лиц старше 18 лет, проживающих в Минске (65 женщин и 35 мужчин). Адекватному уровню алиментарного потребления йода соответствует диапазон ЙУ 100–299 мкг/л, индикативный для популяции в целом, за исключением беременных и кормящих женщин. Дополнительным критерием достаточной обеспеченности населения йодом является доля образцов мочи с уровнем этого микроэлемента <50 мкг/л, не превышающая 20% [1].

Статистическую обработку проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 10.0 и MS Excel 2019. Распределение полученных данных проверяли на нормальность с использованием критерия согласия Колмогорова–Смирнова. Результаты представлены в виде среднего арифметического (*M*) и его доверительного интервала (*ДИ*) при нормальном распределении или медианы (*Me*) и 95 P при отличии от такового.

Результаты

Законодательное закрепление применения ЙС при производстве пищевой продукции привело к существенному увеличению содержания в ней йода к 2016–2018 гг. Наиболее значимо уровень обсуждаемого микроэлемента вырос в ХБИ: наблюдается увеличение более чем в 7 раз (до $42,0 \pm 1,5$ мкг/100 г) по сравнению с естественным его содержанием. Количество йода в не-

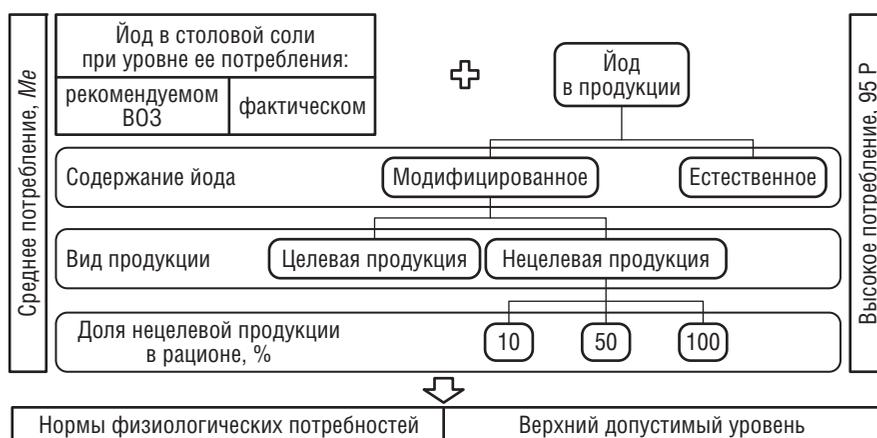


Рис. 1. Гигиеническая оценка алиментарной экспозиции йодом

Fig. 1. Hygienic assessment of iodine alimentary exposure

целевой продукции: молочной продукции и яйцах – при использовании принятых технологий обогащения повысилась соответственно до $20,7 \pm 0,2$ и $46,9 \pm 4,1$ мкг/100 г, что в 2,4–2,6 раза выше по сравнению с традиционными продуктами из указанных групп. Расчетное содержание указанного эссенциального микроэлемента в МП за счет обязательного использования при ее производстве ЙС с учетом уровня этого ингредиента в рецептурах составило в среднем 133,3 мкг/100 г.

Медиана потребления целевой пищевой продукции с модифицированным за счет использования ЙС содержанием йода составила для ХБИ 134,4 г/сут и для МП – 52,0 г/сут. Нецелевая группа: молочная продукция и яйца – потреблялись в количестве 273,8 и 52,8 г/сут соответственно. 6% респондентов не потребляли МП. В рационах питания при аgravированной оценке (95 P) указанные продукты использовались в количествах 285,0, 122,4, 450,0 и 96,4 г/сут соответственно.

Изучение уровня информированности о способах профилактики ЙДЗ, проведенное в 2018 г. в Минске, показало, что только 49% обследованных используют ЙС в домохозяйстве [21].

Результаты оценки уровня йода в рационе в 1-й и 2-й моделях экспозиции приведены в табл. 1.

Указанные данные свидетельствуют, что естественный уровень йода в пищевых продуктах, формирующих среднестатистическую продуктовую корзину (без учета использования ЙС для досаливания пищи), не обеспечивает физиологическую потребность (150 мкг/сут) в указанном микроэlemente для взрослых, его количество в рационе достигает только 35,8% от норм физиологических потребностей. Аgravированные сценарии, учитывающие высокие уровни потребления пищевых продуктов (95 P) с немодифицированным содержанием йода, характеризуются его алиментарным поступлением до 251,7 мкг/сут, хотя реализация такой модели маловероятна.

Применение ЙС при изготовлении ХБИ и МП (2-я модель) в соответствии с нормативными предписа-

ниями обеспечивало алиментарное поступление йода без учета столовой ЙС, на уровне 160,4 мкг/сут при среднестатистическом рационе и повышалось в 3 раза в аgravированной модели, что позволяет сделать вывод о снижении риска развития ЙД за счет обязательного использования ЙС в пищевой промышленности.

При оценке 3-й, наиболее реалистичной модели, учитывавшей расчетное дополнительное использование столовой соли в домашних хозяйствах на уровне 1 г (в соответствии с рекомендациями ВОЗ) и 2 г (согласно фактическим данным), также принимали во внимание потенциальную долю нецелевой обогащенной йодом продукции (молочные продукты и яйца) в рационе (на уровне 1/10, 1/2 и 100%), что позволило смоделировать различные сценарии поступления йода с рационом. Алиментарная экспозиция обсуждаемым микроэlementом при таких условиях представлена в табл. 2.

Модели алиментарной экспозиции, более полно учитывающие вариабельность потребления обогащенных йодом пищевых продуктов (среднее общее потребление пищевых продуктов и доля нецелевых обогащенных пищевых продуктов на уровне 10, 50 и 100%), в том числе аgravированные (высокое общее потребление пищевых продуктов и доля нецелевых обогащенных пищевых продуктов на уровне 1/10, 1/2 и 100%), свидетельствуют, что алиментарное поступление йода увеличилось в 1,9–11,4 раза по сравнению с рационом, основанном на пищевых продуктах с естественным его содержанием.

Таблица 1. Алиментарное поступление йода у взрослых жителей Минска (в мкг/сут)

Table 1. Alimentary iodine intake in adult residents of Minsk ($\mu\text{g/day}$)

Модель / Model	Потребление пищевых продуктов на уровне Food consumption at the level	
	Me	95 P
1	53,6	251,7
2	160,4	490,1

Таблица 2. Результаты моделирования алиментарного поступления йода у взрослых жителей Минска (в мкг/сут)

Table 2. Results of modeling the alimentary iodine intake in adult residents of Minsk ($\mu\text{g}/\text{day}$)

Уровень потребления Intake level	Уровень йода в рационе / Dietary iodine level		
	При доле нецелевой обогащенной йодом пищевой продукции (молочная продукция и яйца) в рационе With the share of non-target iodine-fortified foodstuffs (dairy products and eggs) in the diet		
	10%	50%	100%
	Без учета использования столовой йодированной соли Excluding the use of table iodized salt		
Me	163,7	177,1	193,8
95 P	490,1	576,8	613,0
	С учетом использования столовой йодированной соли в соответствии с рекомендациями ВОЗ Taking into account the use of table iodized salt according to WHO recommendations		
Me	200,5	213,9	230,6
95 P	526,9	613,6	649,8
	С учетом фактического потребления столовой йодированной соли Taking into account the actual consumption of table iodized salt		
Me	237,3	250,7	267,4
95 P	563,7	650,4	686,6

Учет поступления указанного микронутриента за счет использования потребителем столовой соли на уровне фактических значений приводит к увеличению его поступления в наиболее реалистичной модели до уровня 237,3 мкг/сут. При адекватном сценарии алиментарной нагрузки (95 P потребления и 100% нецелевой обогащенной пищевой продукции) суточное поступление данного микроэлемента будет достигать 686,6 мкг/сут. При этом очевидно, что для потребителей, которые не используют ЙС (а доля таковых может составлять около половины) [21], запас экспозиции будет меньше и риск развития ЙД может увеличиваться.

При использовании столовой ЙС в домашнем хозяйстве для досаливания на уровне рекомендаций ВОЗ в количестве 1 г/сут в оцениваемых моделях уровень йода в рационе будет находиться в диапазоне 200,5–649,8 мкг/сут. Указанные значения при среднем суточ-

ном потреблении пищевых продуктов не превышают верхний допустимый уровень обсуждаемого микронутриента. При адекватных сценариях (95 P потребления) избыток йода по сравнению с верхним допустимым уровнем незначителен.

Закономерным является разнообразие структуры потребления пищевой продукции: согласно данным изучения фактического питания, 6% обследованных лиц не потребляли МП, что в целом соотносится с современными рекомендациями по здоровому питанию и является скорее положительной тенденцией [22]. Учитывая относительно большую долю, которую обсуждаемая продукция вносит в поступление соли, выступающей, в свою очередь, основным носителем йода, требуется дополнительная оценка формирования риска ЙД у таких потребителей.

Вклад различных групп пищевых продуктов (обогащенных и с его естественным содержанием) в формирование алиментарной экспозиции йодом, в том числе с учетом вариативности рационов, проанализирован на основании наиболее реалистичной модели, учитывающей долю нецелевой обогащенной продукции на уровне 10% и использование потребителем столовой ЙС (рис. 2, 3).

Анализ экспозиции йодом в обсуждаемых моделях показал, что при средних уровнях потребления пищевых продуктов и фактическом использовании столовой соли потребителями 49% йода поступает за счет целевой обогащенной продукции, при производстве которой применение ЙС является обязательным, а 1/3 алиментарной нагрузки будет формироваться за счет ее использования в домохозяйствах (см. рис. 2). Аналогичная структура потребления пищевых продуктов и снижение уровня столовой соли до рекомендуемого ВОЗ приводит к уменьшению ее вклада практически в 2 раза (до 18%) и увеличению доли целевой продукции как источника йода до 58% (см. рис. 3). Такая модель основывается на предположении, что уровень соли в промышленно пере-

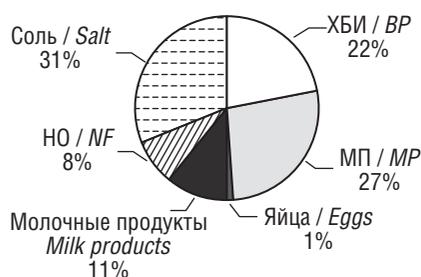


Рис. 2. Структура поступления йода при фактическом использовании столовой соли среди населения в целом

Здесь и на рис. 3–5: НО – необогащенные продукты; МП – мясная продукция; ХБИ – хлебобулочные изделия.

Fig. 2. The structure of iodine intake according to the actual use of table salt among the general population

Here and in fig. 3–5: NF – nonfortified products; MP – meat products; BP – bakery products.

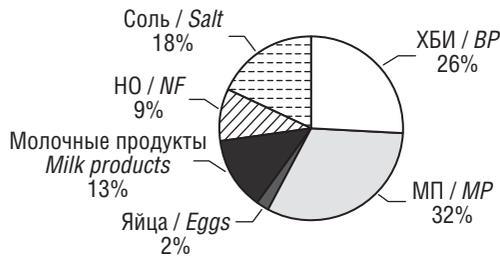


Рис. 3. Структура поступления йода при снижении использования столовой соли среди населения в целом

Fig. 3. The structure of iodine intake with a decrease in the use of table salt among the population as a whole

работанных пищевых продуктах изменяться не будет. Вклад продуктов с естественным содержанием обсуждаемого микронутриента будет составлять 8–9%, нецелевой обогащенной продукции – 12–15%.

С учетом вариабельности моделей потребления и отказа части потребителей (6% в обследованной выборке) от использования в питании МП, поступление йода будет иметь иную структуру – столовая соль будет его основным источником при фактических уровнях ее потребления (43%), 1/3 будет обеспечиваться за счет ХБИ, при производстве которых использовалась ЙС (рис. 4). Моделирование сценариев со снижением уровня использования соли в домашних хозяйствах в соответствии с рекомендациями ВОЗ свидетельствует, что основной вклад в алиментарную экспозицию йодом будут вносить ХБИ (38%), около 1/3 будет формироваться за счет столовой соли, до 21% возрастет значение нецелевой обогащенной продукции (рис. 5).

Согласно рекомендациям ВОЗ, медиана ЙУ является объективным и наиболее точным биомаркером обеспеченности йодом различных групп населения. Результаты изучения указанного показателя среди взрослых в Минске представлены в табл. 3.

Полученные данные свидетельствуют, что обследованная группа населения Минска имеет адекватное йодное обеспечение с медианой экскреции, равной 136,8 мкг/л. Только в 15% проб уровень йода составлял менее <50 мкг/л. В соответствии с критериями ВОЗ [1] эту ситуацию в совокупности с данными йодной обеспеченности детей [7] можно оценить как отсутствие ЙД среди населения в целом, за исключением беременных и кормящих женщин.

Обсуждение

Очевидно, что национальная стратегия ликвидации ЙД, включавшая законодательное закрепление использования ЙС при производстве пищевой продукции массового потребления, позволила существенно повысить содержание обсуждаемого микроэлемента в основных группах пищевой продукции в 2,4–7 раз, обеспечила увеличение содержания йода в рационе взрослого насе-

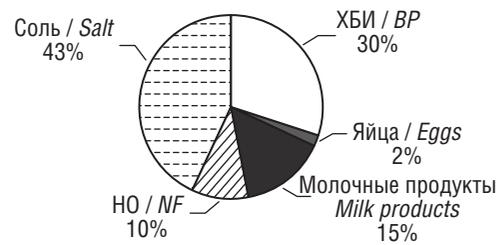


Рис. 4. Структура поступления йода при фактическом использовании столовой соли среди потребителей, исключая потребление мясной продукции

Fig. 4. The structure of iodine intake under the actual use of table salt among the consumers who exclude the consumption of meat products

ления как минимум в 1,9 раза – до 237,3 мкг/сут в наиболее реалистичной модели потребления, способствовала достижению адекватного уровня ЙУ у детей и взрослых (191,3 и 136,8 мкг/л соответственно) и снижению заболеваемости врожденным гипотиреозом до 1,14 на 100 тыс. населения в 2020 г. и другими ЙДЗ щитовидной железы. Основным алиментарным источником йода среди взрослого населения являются продукты промышленного производства, при изготовлении которых используется ЙС – ХБИ и МП, за счет которых формируется 30–58% алиментарной экспозиции. Полученные данные в целом соотносятся с результатами, полученными в иных регионах. В Дании обязательное использование ЙС при производстве ХБИ и йодирование столовой соли способствовало повышению алиментарного поступления йода до 153–181 мкг/сут у лиц старше 55 лет [23]. Г.А. Герасимов и соавт. (2021) [24] показали, что в Армении и Молдове ЙС и изготовленные с ее использованием ХБИ составляют наиболее вероятные источники йода. Вклад столовой, обогащенной указанным микроэлементом, соли, применяемой в домашних хозяйствах, составляет 31–43% и снижается до 18–27% при уменьшении ее использования потребителем.

Отсутствие ЙД в Беларуси среди взрослых (за исключением беременных) также подтверждается данными ЙУ, уровень которой в среднем составляет 136,8 мкг/л. Указанные значения сопоставимы с результатами исследований в других странах региона Европы

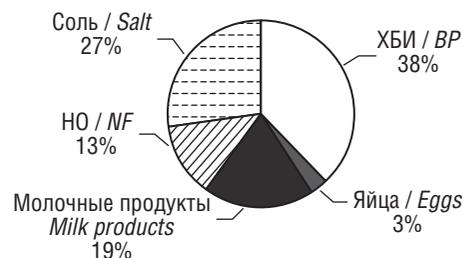


Рис. 5. Структура поступления йода при снижении использования столовой соли среди потребителей, исключая потребление мясной продукции

Fig. 5. The structure of iodine intake with a decrease in the use of table salt among consumers who exclude the consumption of meat products

Таблица 3. Содержание йода в моче у взрослых здоровых жителей Минска

Table 3. Urinary iodine level in healthy adult residents of Minsk

Пол Gender	n	Распределение обследованных в % по уровню экскреции йода с мочой (в мкг/л*) Distribution of examined persons in % according to the level of urinary iodine excretion (in µg/l*)					Me, мкг/л Me, µg/l
		<20	20-49	50-99	100-299	>300	
Женский Female	65	9,2	6,2	18,4	55,4	10,8	136,3
Мужской Male	35	2,8	11,4	22,8	52,4	11,4	137,3
Всего Total	100	7,0	8,0	20,0	54,0	11,0	136,8

Примечание. * – критерий адекватной йодной обеспеченности по показателю йодурия – 100–299 мкг/л.

Note. * – the criterion of adequate iodine supply in terms of urinary iodine – 100–299 µg/l.

и Центральной Азии, реализующих программы профилактики ИДЗ, внедряя наряду с иными мероприятиями обязательное использование ЙС в пищевой промышленности [25]. Существенно более низкие уровни экскреции йода с мочой наблюдаются в странах, реализующих более мягкую политику [26].

Моделирование сценариев со снижением уровня использования соли в домашних хозяйствах в условиях Беларуси до уровня, рекомендуемого ВОЗ, свидетельствует, о том, что основной вклад в алиментарную экспозицию йодом при отказе от потребления МП будут вносить ХБИ (38%), около 1/3 будет формироваться за счет столовой ЙС, возрастет значение нецелевой обогащенной продукции (до 22%). Вклад столовой ЙС в поступление йода с рационом достигает 43% при фактических уровнях ее потребления и может уменьшиться до 18% при снижении такового до рекомендуемых ВОЗ значений. Ожидаемое снижение потребления соли не приведет к существенному увеличению риска развития ИД среди взрослых (исключая беременных и кормящих женщин) при условии обязательного использования ЙС при производстве продукции массового производства. Использование в питании нецелевой обогащенной йодом пищевой продукции (молочных продуктов и яиц) не ассоциируется с риском ее избыточного поступления.

Вышесказанное подтверждает безопасность используемых национальных подходов по ликвидации ИД и возможность их интеграции с программами по снижению потребления соли. При этом необходимо учитывать изменение структуры алиментарного поступления йода.

Аналогичные выводы были сделаны в ряде европейских стран. В Германии, при отсутствии обязательных требований по использованию ЙС в пищевой промышленности, рассматривается вопрос увеличения максимального содержания йода в соли с 25 до 30 мг/кг при снижении потребления соли на 10%. При этом доля переработанных пищевых продуктов, изготавливаемых с использованием ЙС, должна составлять не менее 36% и не превышать 42%. В результате суточное поступление йода с рационом окажется на уровне 372,3 мкг, из них 42% за счет столовой ЙС [27].

Данные, полученные в Норвегии, показали, что среднее поступление йода у взрослых составляет

182 мкг/сут, при этом рыба и молочные продукты составляют соответственно 40 и 23%. При этом в случае использования ЙС с содержанием йода 50 мг/кг в домашних хозяйствах и при изготовлении ХБИ экспозиция составит 389 мкг/сут. В случае сокращения потребления соли на 30% для сохранения указанного уровня алиментарного поступления обсуждаемого микроэлемента необходимо увеличение уровня йодирования соли примерно на 40–45% [28].

Таким образом, при совместной реализации программ по профилактике ИДЗ и сердечно-сосудистых заболеваний, ассоциированных с избыточным поступлением соли, необходимо учитывать национальные условия: обязательность использования ЙС в пищевой промышленности, уровень обогащения пищевой продукции, содержание указанного микроэлемента в пищевых продуктах и структуру их потребления среди отдельных групп населения.

Выводы

1. Законодательное закрепление использования ЙС при производстве пищевой продукции массового потребления позволяет обеспечить эффективную интеграцию программ по профилактике ИД и мер по снижению потребления соли.

2. Основной вклад (до 58%) в алиментарную экспозицию йодом вносят пищевые продукты промышленного производства, подлежащие обязательному обогащению йодом путем использования ЙС.

3. При совместной реализации программ по снижению уровня соли в пищевых продуктах промышленного производства и использования в домашних хозяйствах требуется мониторинг содержания йода в целевых пищевых продуктах массового потребления, при производстве которых используется ЙС.

4. Необходима периодическая качественная и количественная характеристика алиментарного поступления йода, сопровождаемая оценкой биомаркеров экспозиции – йодурии и экскреции натрия с мочой – как среди чувствительных субпопуляций, так и населения в целом.

Сведения об авторах

Федоренко Екатерина Валерьевна (Ekaterina V. Fedorenko) – кандидат медицинских наук, доцент, заместитель директора по сопровождению практического санитарно-эпидемиологического надзора и работе с ЕЭК Государственного предприятия «НПЦГ» (Минск, Республика Беларусь)

E-mail: afedorenko71@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0003-1240-1234>

Коломиец Наталья Дмитриевна (Natalia D. Kolomiets) – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой эпидемиологии и микробиологии БелМАПО (Минск, Республика Беларусь)

E-mail: ndkolomiets@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-4837-5181>

Мохорт Татьяна Вячеславовна (Tatiana V. Mokhort) – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой эндокринологии Белорусского государственного медицинского университета (Минск, Республика Беларусь)

E-mail: tat_mokh@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-5040-3460>

Сычик Сергей Иванович (Sergey I. Sychik) – кандидат медицинских наук, доцент, директор Государственного предприятия «НПЦГ» (Минск, Республика Беларусь)

E-mail: rspch@rspch.by

<http://orcid.org/0000-0002-5493-9799>

Бельшева Людмила Леонидовна (Lydmila L. Belysheva) – заведующий лабораторией химии пищевых продуктов Государственного предприятия «НПЦГ» (Минск, Республика Беларусь)

E-mail: rspch@rspch.by

<http://orcid.org/0000-0002-7245-3776>

Мохорт Елена Геннадьевна (Elena G. Mokhort) – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры эндокринологии Белорусского государственного медицинского университета (Минск, Республика Беларусь)

E-mail: al_mokhort@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-6748-9598>

Петренко Сергей Владимирович (Sergei V. Petrenko) – кандидат медицинских наук, доцент, руководитель научно-исследовательской лаборатории антропоэкологии и общественного здоровья УО «МГЭИ имени А.Д. Сахарова» БГУ (Минск, Республика Беларусь)

E-mail: petrenko51@yahoo.com

<http://orcid.org/0000-0001-6248-4619>

Литература

- Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring Their Elimination: a guide for programme managers. 3rd ed. URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43781/9789241595827_eng.pdf
- Zimmermann M.B., Andersson M. Global perspectives in endocrinology: coverage of iodized salt programs and iodine status in 2020 // *Eur. J. Endocrinol.* 2021. Vol. 185. P. R13–R21. DOI: <https://doi.org/10.1530/EJE-21-0171>
- Gorstein J.L., Bagriansky J., Pearce E.N., Kupka R., Zimmermann M.B. Estimating the health and economic benefits of universal salt iodization programs to correct iodine deficiency disorders // *Thyroid.* 2020. Vol. 30, N 12. P. 1802–1809. DOI: <https://doi.org/10.1089/thy.2019.0719>
- О предупреждении заболеваний, связанных с дефицитом йода: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 21 марта 2000 г. № 11. URL: <https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/filesstore/BLR%202000%20Prevention%20of%20Iodine%20Deficiency%20Diseases.pdf>
- Об утверждении гигиенических нормативов: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22100037>
- Мохорт Т.В., Петренко С.В., Леушев Б.Ю., Федоренко Е.В., Коломиец Н.Д., Мохорт А.Г. Оценка йодного обеспечения детей школьного возраста и беременных женщин в Республике Беларусь в 2017–2018 годах // *Клиническая и экспериментальная тиреология.* 2018. Т. 14, № 3. P. 149–155. DOI: <https://doi.org/10.14341/ket9732>
- Петренко С.В., Мохорт Т.В., Леушев Б.Ю., Коломиец Н.Д., Мохорт Е.Г., Федоренко Е.В. и др. Динамика показателей заболеваемости простым зобом и аутоиммунным тиреоидитом и уровнем йодного обеспечения детей школьного возраста Беларуси за 2007–2018 годы // *Сахаровские чтения 2021 года: Экологические проблемы XXI века: материалы 21-й международной научной конференции, г. Минск, Республика Беларусь, 20–21 мая 2021. Минск, 2021. Т. 2. С. 90–93.*
- Velasco I., Taylor P. The role of levothyroxine in obstetric practice // *Ann. Med.* 2018. Vol. 50, N 1. P. 57–67. DOI: <https://doi.org/10.1080/07853890.2017.1387928>
- Alexander E.K., Pearce E.N., Brent G.A., Brown R.S., Chen H., Dosiou C. et al. 2017 Guidelines of the American Thyroid Association for the Diagnosis and Management of Thyroid Disease During Pregnancy and the Postpartum // *Thyroid.* 2017. Vol. 27, N 3. P. 315–389. DOI: <https://doi.org/10.1089/thy.2016.0457>
- Клинический протокол «Медицинское наблюдение и оказание медицинской помощи женщинам в акушерстве и гинекологии»: утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 19.02.2018 № 17. URL: http://minzdrav.gov.by/upload/dadvfiles/%D0%9A%D0%9F_%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%88%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%B8%20%D0%B3%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82.%20%D0%9C%D0%97%20%D0%A0%D0%91%20%D0%BE%D1%82%2019.02.2018%20%E2%84%9617.pdf
- Salt reduction. World Health Organization. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>
- Mattes R.D., Donnelly D. Relative contributions of dietary sodium sources // *J. Am. Coll. Nutr.* 1991. Vol. 10, N 4. P. 383–393. DOI: <https://doi.org/10.1080/07315724.1991.10718167>
- Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в Республике Беларусь STEPS 2016. 249 с. URL: <https://www.euro.who.int/ru/countries/belarus/publications/prevalence-of-noncommunicable-disease-risk-factors-in-republic-of-belarus.-steps-2016-2017>
- Молчанова О.В., Бритов А.Н., Платонова Е.В. Снижение потребления натрия и проблемы профилактики сердечно-сосудистых заболеваний // *Профилактическая медицина.* 2018. Т. 21, № 4. С. 44–51. DOI: <https://doi.org/10.17116/profmed201821444>
- Методические указания по определению йода в продуктах питания и крови роданидно-нитритным методом : утверждены

- Главным санитарным врачом Республики Беларусь, рег. № 8-9702. Минск, 1997. 10 с.
16. Федоренко Е.В., Кедрова И.И., Славинский А.В., Лихошва О.Н., Юрага Т.М. Изучение фактического питания на основе метода анализа частоты потребления пищевых продуктов // Достижения медицинской науки Беларуси : рецензируемый научно-практический ежегодник / ГУ «Респ. науч. мед. б-ка ; гл. ред. В.И. Жарко. Минск : ГУ «РНМБ», 2014. Вып. 19. С. 55–56.
 17. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington (DC) : National Academies Press (US), 2001. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222323>
 18. Федоренко Е.В. Методические подходы и критерии оценки алиментарной нагрузки контаминантами, пищевыми добавками и обогащающими биологически активными веществами // Достижения медицинской науки Беларуси : рецензируемый научно-практический ежегодник / ГУ «Респ. науч. мед. б-ка ; гл. ред. В.И. Жарко. Минск : ГУ «РНМБ», 2014. Вып. 19. С. 56–57.
 19. Требования к питанию населения. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь : санитарные нормы и правила : утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 г., № 180. URL: https://pravo.by/upload/docs/op/W21226679p_1360875600.pdf
 20. Dunn J.T., Crutchfield H.E., Gutekunst R., Dunn A.D. Methods for Measuring Iodine in Urine. Wageningen, The Netherlands : ICCIDD, 1993. P. 18–27.
 21. Федоренко Е.В., Коломиец Н.Д., Мохорт Т.В., Волченко А.Н., Мохорт Е.Г., Петренко С.В., Сычик С.И. Информирование о риске как элемент устойчивости стратегии ликвидации йоддефицитных заболеваний в Беларуси // Анализ риска здоровью. 2019. № 1. С. 58–67. DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.1.06>
 22. Здоровое питание. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
 23. Pedersen A.N., Rasmussen L.B. Iodine intake in the European elderly // Comprehensive Handbook of Iodine. Oxford : Academic Press, 2009. P. 1139–1146.
 24. Герасимов Г.А., Цуркан Л., Асланян Г., Шалару И., Демишкан Д. Моделирование потребления йода с пищевыми продуктами промышленного производства, изготовленными с йодированной солью, у взрослого населения и беременных в Армении и Молдове // Вопросы питания. 2021. Т. 90, № 1. С. 49–56. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-1-49-56>
 25. Цуркан Л., Герасимов Г.А., Парванта И., Тиммер А. Прогресс в профилактике и устранении йоддефицитных заболеваний (ЙДЗ) в регионе Европы и Центральной Азии (ЕЦАП) в 2010–2020 годах // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2021. Т. 17, № 4. С. 4–16. DOI: <https://doi.org/10.14341/ket12713>
 26. Iacone R., Iaccarino Idelson P., Formisano P., Russo O., Lo Noce C., Donfrancesco C. et al. Iodine intake estimated by 24 h urine collection in the Italian adult population: 2008–2012 survey // Nutrients. 2021. Vol. 13. P. 1529. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13051529>
 27. Rückläufige Jodzufuhr in der Bevölkerung: Modellszenarien zur Verbesserung der Jodaufnahme. URL: <https://www.bfr.bund.de/cm/343/ruecklaeufige-jodzuefuhr-in-der-bevoelkerung-modellszenarien-zur-verbesserung-der-jodaufnahme.pdf>
 28. Benefit and risk assessment of iodization of household salt and salt used in bread and bakery products. Opinion of the Panel on Nutrition, Dietetic Products, Novel Food and Allergy of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. URL: <https://vkm.no/download/18.c32c738172460c3c3d20b0a/1613123110904/Benefit%20and%20risk%20assessment%20of%20iodization%20of%20household%20salt%20and%20salt%20used%20in%20bread%20and%20bakery%20products.pdf>

References

1. Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring Their Elimination: a guide for programme managers. 3rd ed. URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43781/9789241595827_eng.pdf
2. Zimmermann M.B., Andersson M. Global perspectives in endocrinology: coverage of iodized salt programs and iodine status in 2020. Eur J Endocrinol. 2021; 185: R13–21. DOI: <https://doi.org/10.1530/EJE-21-0171>
3. Gorstein J.L., Bagriansky J., Pearce E.N., Kupka R., Zimmermann M.B. Estimating the health and economic benefits of universal salt iodization programs to correct iodine deficiency disorders. Thyroid. 2020; 30 (12): 1802–9. DOI: <https://doi.org/10.1089/thy.2019.0719>
4. On the prevention of iodine deficiency diseases: Decision of the Chief State Sanitary Doctor of the Republic of Belarus, 21 March 2000, No. 11. URL: <https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/filesstore/BLR%202000%20Prevention%20of%20Iodine%20Deficiency%20Diseases.pdf> (in Russian)
5. On approval of hygienic standards: Decision of the Council of Ministers of the Republic of Belarus of 25 January 2021 No. 37. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22100037> (in Russian)
6. Mokhort T.V., Petrenko S.V., Leushev B.Yu., Fedorenko E.V., Kolomiets N.D., Mokhort A.G. Assessment of iodine status among school age children and pregnant women of Belarus in 2017–2018. Klinicheskaya i eksperimental'naya tiroendokriologiya [Clinical and Experimental Thyroidology]. 2018; 14 (3): 149–55. DOI: <https://doi.org/10.14341/ket9732> (in Russian)
7. Petrenko S.V., Mokhort T.V., Leushev B.Yu., Kolomietz N.D., Mokhort E.G., Fedorenko E.V., et al. Dynamics of diffuse goiter and autoimmune thyroiditis incidence and iodine status in schoolchildren of Belarus for the period of 2007–2018. In: Sakharovskie chteniya 2021 goda: Ekologicheskie problemy XXI veka: materialy 21-y mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Sakharov Readings 2021: Environmental Problems of the XXI Century: Proceedings of the 21th International Scientific Conference, Minsk, Belarus, 15–16 May 2021]. Minsk, 2021; (2): 90–3. (in Russian)
8. Velasco I., Taylor P. The role of levothyroxine in obstetric practice. Ann Med. 2018; 50 (1): 57–67. DOI: <https://doi.org/10.1080/07853890.2017.1387928>
9. Alexander E.K., Pearce E.N., Brent G.A., Brown R.S., Chen H., Dosiou C., et al. 2017 Guidelines of the American Thyroid Association for the Diagnosis and Management of Thyroid Disease During Pregnancy and the Postpartum. Thyroid. 2017; 27 (3): 315–89. DOI: <https://doi.org/10.1089/thy.2016.0457>
10. Clinical Protocol «Medical supervision and medical care for women in obstetrics and gynecology»: approved by the Decision of the Ministry of Health 19 February 2018, No 17. URL: http://minzdrav.gov.by/upload/dadvtfiles/%D0%9A%D0%9F_%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%88%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%B8%20%D0%B3%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82.%20%D0%9C%D0%97%20%D0%A0%D0%91%20%D0%BE%D1%82%2019.02.2018%20%E2%84%9617.pdf (in Russian)
11. Salt reduction. World Health Organization. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>
12. Mattes R.D., Donnelly D. Relative contributions of dietary sodium sources. J Am Coll Nutr. 1991; 10 (4): 383–93. DOI: <https://doi.org/10.1080/07315724.1991.10718167>
13. Prevalence of risk factors for noncommunicable diseases in the Republic of Belarus STEPS 2016. URL: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/348014/STEPS-Report-for-site-RU-webpage-29082017.pdf (in Russian)
14. Molchanova O.V., Britov A.N., Platonova E.V. Reduction of sodium intake and problems in the prevention of cardiovascular diseases. Profilakticheskaya meditsina [Preventive Medicine]. 2018; 21 (4): 44–51. DOI: <https://doi.org/10.17116/profmed201821444> (in Russian)
15. Methodological guidelines for the determination of iodine in food and blood by the rhodanide-nitrite method: approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Republic of Belarus, reg. No. 8-9702. Minsk, 1997: 10 p. (in Russian)
16. Fedorenko E.V., Kедрова I.I., Slavinsky A.V., Likhoshva O.N., Yuraga T.M. Studying actual nutrition by means of food products consumption frequency analysis. In: Dostizheniya meditsinskoy nauki Belarusi: retsenziruemyy nauchno-prakticheskiy ezhegodnik [Accomplishments of Medical Sciences in Belarus: peer-reviewed scientific and practical yearbook]. Minsk, 2014; (19): 55–6. (in Russian)
17. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington (DC): National Academies Press (US), 2001. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222323>
18. Fedorenko E.V. Methodical approaches and criteria of the dietary intake of contaminants, food additives and the biologically active substances. In: Dostizheniya meditsinskoy nauki Belarusi: retsenziruemyy nauchno-prakticheskiy ezhegodnik [Accomplishments of Medical Sciences in Belarus: peer-reviewed scientific and practical yearbook]. Minsk, 2014; (19): 56–7. (in Russian)
19. Dietary requirements for the population. Norms of physiological requirements for energy and nutrients for different groups of population of the Republic of Belarus: Sanitary Norms and Rules: approved by the Resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus 20 November 2012, No. 180. URL: https://pravo.by/upload/docs/op/W21226679p_1360875600.pdf (in Russian)

20. Dunn J.T., Crutchfield H.E., Gutekunst R., Dunn A.D. Methods for Measuring Iodine in Urine. Wageningen, The Netherlands: ICCIDD, 1993. P. 18–27.
21. Fedorenko E.V., Kolomiets N.D., Mokhort T.V., Volchenko A.N., Mokhort E.G., Petrenko S.V., Sychik S.I. Risk communication as a component that provides stability of strategy aimed at eliminating diseases caused by iodine deficiency in Belarus. *Analiz riska zdorov'yu* [Health Risks Analysis]. 2019; (1): 58–67. DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.1.06> (in Russian)
22. WHO. Healthy diet. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/healthy-diet>
23. Pedersen A.N., Rasmussen L.B. Iodine intake in the European elderly. In: *Comprehensive Handbook of Iodine*. Oxford: Academic Press, 2009: 1139–46.
24. Gerasimov G.A., Tsurkan L., Aslanyan H., Shalaru I., Demishkan D. Modelling of iodine consumption with industrial processed foods made with iodized salt in the adults and pregnant in Armenia and Moldova. *Voprosy pitaniia* [Problems of Nutrition]. 2021; 90 (1): 49–56. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-1-49-56> (in Russian)
25. Tsurcan L., Gerasimov G.A., Parvanta I., Timmer A. Progress in Iodine Deficiency Disorders (IDD) Control and Elimination in Europe and Central Asia Region (ECAR) in 2010–2020. *Klinicheskaya i eksperimental'naya tireodologiya* [Clinical and Experimental Thyroidology]. 2021; 17(4): 4–16. DOI: <https://doi.org/10.14341/ket12713> (in Russian)
26. Iacone R., Iaccarino Idelson P., Formisano P., Russo O., Lo Noce C., Donfrancesco C., et al. Iodine intake estimated by 24 h urine collection in the Italian adult population: 2008–2012 survey. *Nutrients*. 2021; 13: 1529. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13051529>
27. Rückläufige Jodzufuhr in der Bevölkerung: Modellszenarien zur Verbesserung der Jodaufnahme. URL: <https://www.bfr.bund.de/cm/343/ruecklaeufige-jodzufuhr-in-der-bevoelkerung-modellszenarien-zur-verbesserung-der-jodaufnahme.pdf>
28. Benefit and risk assessment of iodization of household salt and salt used in bread and bakery products. Opinion of the Panel on Nutrition, Dietetic Products, Novel Food and Allergy of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. URL: <https://vkm.no/download/18.c32c738172460c3c3d20b0a/1613123110904/Benefit%20and%20risk%20assessment%20of%20iodization%20of%20household%20salt%20and%20salt%20used%20in%20bread%20and%20bakery%20products.pdf>