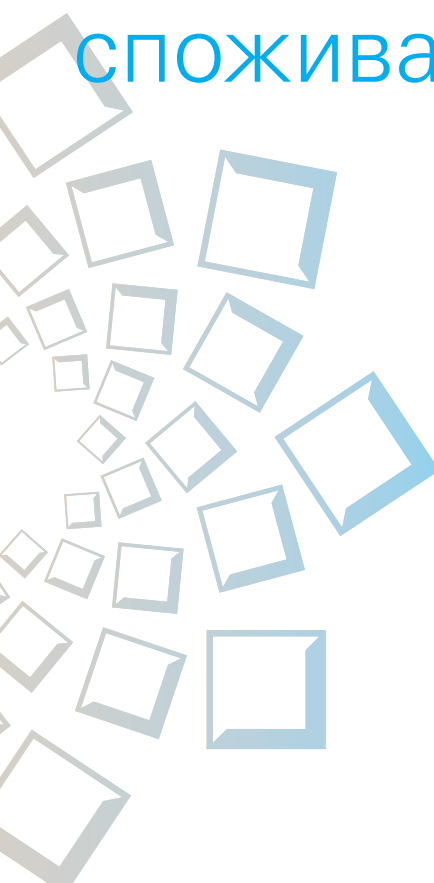


Вміст йоду у хлібі та солі у Данії після йодування та його вплив на споживання йоду



Лоне Б. Расмуссен¹, Ларс Оверсен², Туе Крістенсен¹, Піа Кнутсен³, Ерік Г. Ларсен³, Нільс Ліхне¹,
Болетт Окгольм⁴, Ерлінг Закскгольт¹

¹ Департамент проблем харчування, Данський інститут продовольчих та ветеринарних досліджень, Себорг, Данія,
² Данська асоціація серця, Копенгаген, Данія, ³ Відділ хімії продуктів харчування, Данський інститут продовольчих
та ветеринарних досліджень, Себорг, Данія, ⁴ Регіональна лабораторія продуктів харчування, Орхус, Данія, Данська
ветеринарна та продовольча адміністрація, Орхус, Данія

Вступ

Йодний дефіцит залишається серйозною проблемою для багатьох країн світу (Vitti et al. 2001). Дослідження, проведені у Данії у 90-х роках минулого століття, виявили низьке споживання йоду на рівні 50—110 мікрограмів на добу (Pedersen et al. 1997), і як наслідок — високі показники захворюваності на зоб (Laurberg et al. 1993). На сьогодні рекомендоване добове споживання йоду становить 150 мкг, а середня потреба людського організму в йоді — 100 мкг на добу (Nordisk Ministerråd 2004).

У зв'язку з цим 1998 року Данська ветеринарна й продовольча адміністрація прийняла рішення ініціювати фортифікацію йодом усієї солі (хлориду натрію) у Данії. До того моменту реалізація йодованої солі в країні була заборонена. Програму йодування зробили добровільною, однак однією з умов було наповнення ринку йодованою сіллю (збагаченою йодом на рівні 8 частинок на мільйон) щонайменше на 80 % впродовж двох років. Однак через 18 місяців підприємства харчової промисловості, як і раніше, не використовували йодовану сіль, і лише половина обсягів кухонної солі піддавалась йодуванню. Це продемонструвало неефективність добровільного підходу.

Врешті-решт програму суттєво переглянули, і у 2000 році йодування кухонної солі та солі, що використовується для комерційного виготовлення хліба, стало обов'язковим. Рівень йодування було збільшено до 13 чнм — за розрахунками це дозволяло збільшити медіанне споживання йоду в Данії на 50—60 мкг на добу.

Було прийнято рішення здійснювати моніторинг та оцінку програми йодування на основі критеріїв, рекомендованих ВООЗ, ЮНІСЕФ та Міжнародною радою з контролю за ЙДЗ (ICCIDD) (2001). Моніторинг містив три основні компоненти: визначення вмісту йоду у солі та хлібі; вимірювання споживання йоду та патології щитовидної залози; реєстрація усіх нових випадків гіпертиреозу та гіпотериозу.

Завданням цього дослідження стало вимірювання вмісту йоду у хлібі та кухонній солі, що пропонується на ринку Данії. Крім того, збільшення споживання йоду після збагачення оцінювалося на основі результатів загальнонаціонального опитування щодо харчового раціону населення.

Кореспонденція: Лоне Банке Расмуссен, департамент проблем харчування, Данський інститут продовольчих та ветеринарних досліджень, Mørkhøj Bygade 19, DK-2860 Søborg, Denmark. Факс: 45 72 34 71 19. E-mail: lbra@dsvf.dk

ISSN 0963-7486 print/ISSN 1465-3478 online # 2007 Informa UK Ltd
DOI: 10.1080/09637480701198117

Методи

Хліб Для аналізу вмісту йоду було відібрано 312 зразків хліба. Відібрані зразки репрезентували усі види хліба, який споживають домогосподарства у Данії, причому план вибірки ґрунтувався на найостанніших оглядах розподілу споживання (Hansen et al. 2000). Зразки включали в себе як хліби промислового виробництва, так і хліб, що випікається у роздрібних торговельних точках; крім того, вивчався як традиційний (звичайний), так і органічний хліб (органічний хліб — це хліб, що готується з органічно вирощених інгредієнтів).

Дослідження вмісту йоду було частиною масштабнішого проекту, спрямованого на визначення вмісту в хлібі цілої низки різних поживних речовин. Зразки були розділені на категорії за вмістом жирів, і так далі. За теорією Гі (1998), характеристика неоднорідності та опис типів хліба на ринку — це важливі параметри для проведення належної вибірки.

Житній хліб було розділено на 6 категорій — за виходом борошна з житнього зерна, а також за вмістом доданих цільних зерен і насіння. Пшеничний хліб було розділено на 14 категорій — за виходом борошна з пшениці, за вмістом доданих цільних зерен, насіння та зерен інших злаків (кукурудзи), а також за видом (італійський хліб, багет, тостовий хліб, хліб для сандвічів) та за розміром.

За кожною категорією були зібрані зразки усіх популярних видів і брендів хліба; для деяких з категорій існували лише кілька видів та брендів, і це дозволило оптимально охопити споживчі переваги населення Данії.

Збір зразків житнього хліба промислового виробництва проводився восени 2001 року, а зразки пшеничного хліба промислового виробництва відбиралися зимою 2002 року. Білий хліб, що випікається у роздрібних торговельних точках, було зібрано влітку 2002 року. Ми збирали усі зразки хліба на точках роздрібних продавців, що максимально нагадувало традиційні продуктові закупки домогосподарствами. В залежності від ринкової долі окремі продукти в межах кожної категорії відбиралися від одного до трьох разів — з різних партій та/або з різних магазинів.

Для зразків ми відбирали приблизно 1500 г свіжовипеченого хліба і готували їх до зберігання протягом найближчої доби. Зразки розрізалися на половини чи на четвертини, гомогенізувалися та розміщувалися у вакуумні пластикові пакети при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, де і зберігалися до проведення аналізу.

Харчова сіль Вибірка кухонної солі ґрунтувалася на інформації, отриманій від представників галузі, і відбувалася у магазинах, репрезентативних для продуктових закупок данських домогосподарств. Дослідники відібрали зразки 18 різних видів кухонної солі (включаючи усі звичайні продукти вітчизняного та закордонного виробництва) у магазинах у листопаді 2002 року. До проведення аналізу відібрані зразки зберігалися при кімнатній температурі.

Визначення та забезпечення якості йоду у хлібі та солі Зразки хліба змішувалися з де-іонізованою водою і доводилися до однорідної маси (пасти) у блендері. Мікрозразок, що відповідав 1 г зразку, розміщувався у поліетиленову тестову пробірку з пробкою обсягом 50 мл. Після додавання 10 мл очищеної води («Millipore Super Q»; виробник «Millipore», Мілфорд, США), суміш ретельно перемішувалася за допомогою вихрового міксера. Вміст йоду у зразку виділявся за допомогою лужного розчину при температурі $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 3 годин (Rädlinger & Neumann 1998), з використанням 2 мл 25-процентного водного розчину гідроксиду тетраметил-

амонію — реагенту «електронної чистоти» (виробник «Alfa Aesar», Карлсруе, Німеччина). Суміш із частково розчиненим зразком було розведено водою до 50 мл та поміщено у центрифугу (обробка протягом 10 хвилин на швидкості 3500 обертів на хвилину). Злегка мутнувату надосадову рідину було очищено шляхом пропускання через одноразовий картридж SerPak C18 (виробник «Waters Associates», Мілфорд, США). Зразки солі (хлориду натрію) готували до вимірювання вмісту йоду шляхом приготування розчину 2-процентного гідроксиду тетраметиламонію у воді (1 г/л), аналогічно до аналізу вмісту йоду у молоці (див. Larsen et al. 1999).

Вміст йоду у виділених зразках чи у соляних розчинах визначався за допомогою мас-спектрометра з індуктивно-зв'язаною плазмою з використанням обладнання «Agilent 7500i» (виробник «Yokogawa Analytical Systems Inc.», Токіо, Японія) для виявлення йоду на рівні m/z 127. Кількісний аналіз зразків хліба здійснювався на основі зовнішніх стандартних кривих, отриманих із сертифікованого стандартного розчину з вмістом йоду у вигляді йодиду та з вмістом телура в якості внутрішнього стандарту. Для точної квантифікації вмісту йоду в соляних розчинах використовувався метод стандартних добавок.

Контроль за точністю аналізів забезпечувався за допомогою аналізу двох сертифікованих еталонних матеріалів (СЕМ), який проводився одночасно з 25 невідомими зразками. Концентрація йоду (середня та одна стандартна похибка), отримана для пшеничної клейковини (СЕМ 8418; NIST, Гейтерсбург, США), становила 62 ± 4 мкг/кг ($n=29$), а для сухого знежиреного молока (СЕМ 063R; BCR, Брюссель, Бельгія) — 813 ± 5 мкг/кг ($n=11$). Ці величини майже повністю співпадали із сертифікованими величинами для йоду в обох СЕМ — відповідно 60 ± 13 мкг/кг, та 810 ± 50 мкг/кг. Крім того, відновлення йоду з піком на рівні 500 нг/мл щодо екстрактів зразків хліба становило (середня та одна стандартна похибка) 101 ± 5 % ($n=41$). Відтворюваність, що визначалася на основі подвійних детермінантів ($n=59$) зразків хліба та солі, оцінювалася на рівні 4,7 % та 4,3 % відповідно. У кожній серії дослідів впродовж усієї процедури проводилися «холості» проби. Виходячи з показників стандартної похибки холостих проб, яка перевірялася тричі, обмеження виявлення йоду оцінювалися на рівні 9 мкг/кг для хліба, та 60 мкг/кг для солі. Верхні ліміти виявлення йоду у зразках солі були спричинені значним фактором розбавлення відносно твердих зразків у порівнянні з кінцевими розчинами, підготовленими для вимірювання йоду. Лабораторія мала відповідну акредитацію для проведення аналізу йоду у продуктах харчування відповідно до норми EN 17025.

Оцінка споживання йоду з хліба та загальний рівень споживання йоду Оцінка споживання йоду населенням Данії зі збагаченого йодом хліба мала за основу попередньовиміряні показники вмісту йоду в хлібі, а також дані споживання хліба, отримані в рамках загальнонаціонального дослідження харчового раціону населення Данії, проведеного у 2000–2002 рр. (Lyhne et al. 2005). В рамках цього дослідження учасникам (рандомізована вибірка у кількості 4124 суб'єктів) у віці від 4 до 75 років пропонувалося заповнювати форми харчового обліку протягом семи днів поспіль. Аналогічним чином, дослідники оцінювали серед цих самих суб'єктів загальне харчове споживання йоду після збагачення. Вміст йоду у продуктах харчування визначався за допомогою таблиць Складу продуктів Данії (www.foodcomp.dk). Підвищене споживання йоду в результаті йодування розраховувалося на основі споживання йоду після йодування хліба і кухонної солі та віднімання споживання йоду, розрахованого зі звичайною (не збагаченою) сіллю та хлібом; таким чином, зрос-

тання споживання йоду завдяки йодуванню дорівнює споживанню йоду після збагачення, розрахованому з хлібом (збагаченим) та сіллю (13 чнм), мінус споживання йоду до збагачення, розраховане з хлібом (не збагаченим) та сіллю (0 чнм). Величина вмісту йоду у хлібі до збагачення йодом була взята з праці Заксгольта (1996). Вміст йоду в кухонній солі встановлювався на обов'язковому рівні (13 мкг/г) після йодування, та 0 мкг/г до йодування солі.

Статистика Вміст йоду в хлібі та солі, представлений у вигляді середніх показників та крайніх величин. Порівняння статистичних відмінностей вмісту йоду у різних видах хліба здійснювалося за допомогою двовибіркових t-критеріїв для незалежних вибірок. Зростання споживання йоду представлено як медіана з 10-м та 90-м процентилями. Статистичний аналіз проводився у програмному пакеті «Statistical Package for Social Sciences» (SPSS версія 13.0; виробник «SPSS Inc.», Чикаго, США).

Результати

Вміст йоду у шести різних видах житнього хліба після обов'язкового йодування зображено у Таблиці 1. Середній вміст йоду становив 22 (1–38) мкг на 100 грамів хліба. Три зі 125 зразків (2 %) не були йодовані й визначалися як хліб із вмістом йоду на рівні 4,5 мкг/100 г, що відповідало максимальному вмістові йоду в житньому хлібі до обов'язкового йодування (Saxholt 1996). Не збагачені йодом види хліба — це традиційні хліби (чорний, чорний з не просіяного борошна, хліб із цільними зернами та із насінням з високим вмістом жирів).

Таблиця 1. Вміст йоду у різних видах житнього хліба

Житній хліб	Кількість зразків	Вміст йоду, мкг/100 г [*]	Кількість зразків, незбагачених йодом
Чорний, з не просіяного борошна	30	22 від 1,5 до 37	1
Чорний, з цільними зернами та насінням з високим вмістом жирів	31	22 від 1,4 до 37	2
Чорний	20	22 від 15 до 35	0
З додаванням пшениці, з цільними зернами та насінням з високим вмістом жирів	25	22 від 14 до 29	0
Світлий	10	22 від 17 до 26	0
М'який, без насіння з високим вмістом жирів	9	22 від 13 до 38	0
Усі	125	22 від 1,4 до 38	3

^{*} Середнє значення, діапазон

Жодних суттєвих статистичних відмінностей щодо вмісту йоду між житнім хлібом промислового виробництва (21 ± 5 мкг/100 г), та хлібом, що випікається у магазинах (22 ± 7 мкг/100 г) виявлено не було ($P=0,36$).

Вміст йоду у різних видах пшеничного хліба представлений у Таблиці 2 (див. стор. 9). Середній вміст йоду в цих виробках становив 21 (0–46) мкг/100 г. Двадцять з 187 зразків (10 %) не були збагачені йодом. Нейодований хліб визначався як хліб, де вміст йоду становив < 6 мкг/100 г, що відповідало максимальному вмістові йоду в хлібі до збагачення (Saxholt 1996).

Таблиця 2. Вміст йоду у різних видах пшеничного хліба

Пшеничний хліб	Кількість зразків	Вміст йоду, мкг/100 г [*]		Кількість зразків, незбагачених йодом
З борошна тонкого помелу	30	21	від 1,3 до 46	4
Пшениця та жито	24	19	від 0 ^{**} до 39	5
Насіння з високим вмістом жирів	22	19	від 1,8 до 33	3
Італійського типу	27	21	від 1,4 до 44	6
Білий хліб для тостів	11	21	від 13 до 28	0
Білий хліб для тостів з житом	11	18	від 9,3 до 23	0
Для сандвічів, з насінням з високим вмістом жирів	4	20	від 11 до 31	0
Багет пшеничний з борошна тонкого помелу	18	25	від 1,8 до 41	1
Багет з житом	5	21	від 16 до 31	0
Багет з насінням з високим вмістом жирів	6	23	від 15 до 31	0
Булочка здобна (біла)	8	24	від 16 до 35	0
Булочка пшенична, з житом	6	24	від 17 до 31	0
Булочка з насінням з високим вмістом жирів	10	21	від 12 до 312	0
Булочка італійського типу	5	19	від 1,4 до 25	1
Усі	187	21	від 0 ^{**} до 46	20

^{*} Середнє значення, діапазон

^{**} Один зразок виявився нижчим за рівень виявлення — 0,7мкг/100 г

Жодних суттєвих статистичних відмінностей щодо вмісту йоду між пшеничним хлібом промислового виробництва (21 ± 7 мкг/100 г), та хлібом, що випікається у магазинах (20 ± 12 мкг/100 г), виявлено не було ($P=0,48$).

Оціночне зростання споживання йоду завдяки збагаченому житньому та пшеничному хліба у різних вікових групах представлено у Таблиці 3. Загальне збільшення споживання йоду з хліба після йодування сягало 25 (13–43) мкг на добу.

Таблиця 3. Зростання споживання йоду з хліба*

	Споживання житнього хліба, г/доба**	Зростання споживання йоду, житній хліб, мкг/доба**	Споживання пшеничного хліба, г/доба**	Зростання споживання йоду, пшеничний хліб, мкг/доба**	Зростання споживання йоду завдяки збагаченому хліба, мкг/доба**
Хлопчики 4 — 9 років 257 осіб	57 від 15 до 107	11 від 3 до 20	79 від 37 до 138	15 від 7 до 25	26 від 14 до 40
Дівчатка 4 — 9 років 235 осіб	49 від 14 до 109	9 від 3 до 21	74 від 34 до 124	13 від 6 до 22	23 від 14 до 39
Хлопчики 10 — 17 років 231 особа	47 від 16 до 103	9 від 3 до 19	82 від 35 до 159	15 від 6 до 29	24 від 14 до 45
Дівчатка 10 — 17 років 248 осіб	37 від 9 до 90	7 від 2 до 17	75 від 35 до 133	14 від 6 до 25	23 від 11 до 37
Чоловіки 18 — 75 років 1468 осіб	64 від 17 до 135	12 від 3 до 25	78 від 33 до 151	14 від 6 до 28	27 від 15 до 46
Жінки 18 — 75 років 1685 осіб	54 від 14 до 111	10 від 3 до 21	72 від 30 до 134	13 від 5 до 24	24 від 1 до 41
Усі 4124 осіб	56 від 15 до 119	11 від 3 до 22	75 від 32 до 142	14 від 6 до 26	25 від 13 до 43

* Розрахунки ґрунтуються на даних загальнонаціонального дослідження харчового раціону населення Данії, 2000-2002 (Lyhne et al. 2005). Результати представлені як медіана з 10-м та 90-м процентилями

** Середнє значення, діапазон

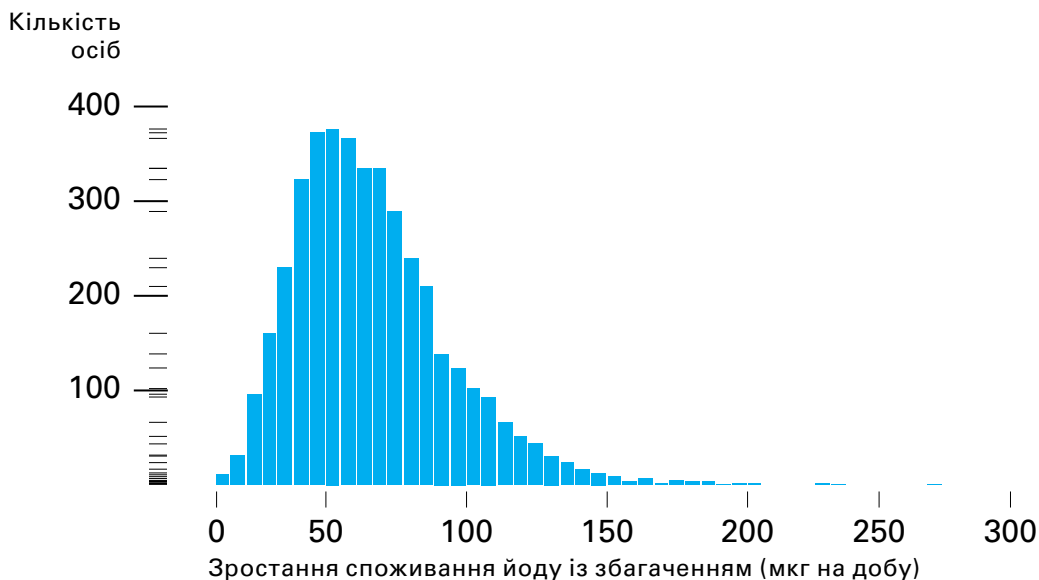
Таблиця 4 (див. стор. 11) містить дані щодо вмісту йоду в кухонній солі, включаючи морську. Три торгівельні марки пропонували нейодовану сіль; у п'яти зразках вміст йоду перевищував максимально дозволений рівень; ще п'ять зразків солі були збагачені йодом у допустимих межах. Максимально дозволений рівень — це 150 % від 13 чм, тобто 19,5 чм (Fødevaredirektoratet 2000). Вміст йоду у морській солі є вкрай низьким — у чотирьох з п'яти зразків він виявився нижчим за рівень виявлення.

Зростання загального денного споживання йоду з продуктами харчування після йодування показано на Діаграмі 1 (див. стор. 11) для усіх 4124 учасників загальнонаціонального дослідження харчового раціону населення Данії, проведеного у 2000—2002 рр. Середнє зростання прийому йоду завдяки збагаченню йодом кухонної солі та хліба склало 63 (36—104) мкг на добу. До початку програми йодування загальне споживання йоду з їжею у 1590 учасників дослідження (39 %) не перевищувало 100 мкг на добу, а після початку збагачення продуктів йодом таких залишилося лише 239 осіб (6 %).

Таблиця 4. Вміст йоду у кухонній солі

Торгівельна марка/бренд солі	Вміст йоду (мкг/г)	Торгівельна марка/бренд солі	Вміст йоду (мкг/г)
Jozo, сіль дрібного помелу	11	Seltin, сіль дрібного помелу	11
Jozo, сіль дрібного помелу	12	Santa Maria, сіль дрібного помелу	<0,6
Jozo, сіль крупного помелу	10	Dansk Krydderi Gourmet	21
Jozo, сіль для жорен	<0,6		
Jozo, сіль екстра дрібного помелу	24	Морська сіль	
Brøste, сіль крупного помелу	24	Santa Maria, морська сіль	<0,6
Aldi, сіль дрібного помелу	24	Brøste, морська сіль	0,9
Aldi, сіль крупного помелу	31	Brøste, морська сіль	<0,6
Seltin, сіль крупного помелу	<0,6	Brøste Maldon, морська сіль	<0,6
Seltin, сіль дрібного помелу	15	Jozo, морська сіль	<0,6

Діаграма 1. Зростання загального споживання йоду завдяки йодуванню*



* n=4124. Середнє зростання складало 63 мкг на добу; 10-й та 90-й процентилі становили, відповідно, 36 та 104 мкг на добу.

Обговорення

У цьому дослідженні вміст йоду в хлібі вимірювався після запровадження обов'язкового йодування солі для приготування хліба. Середній вміст йоду в житньому та пшеничному хлібі склав відповідно 22 (1–38) мкг/100 г та 21 (0–46) мкг/100 г. Відмінності між величинами вмісту йоду в межах одного виду хліба виявилися доволі значними, однак середній вміст йоду у різних видах хліба був доволі стабільним, що свідчить про те, що для приготування різного хліба використовують одну й ту саму кількість і вид солі.

Зростання прийому йоду внаслідок споживання збагаченого йодом хліба оцінювалося на рівні 25 (13–43) мкг на добу. У розрахунках використовувався середній показник вмісту йоду у різних видах хліба. Втім, будь-яка людина може віддавати перевагу одному певному виду хліба і завжди споживати його, і це може бути не збагачений йодом хліб або хліб з дуже низьким вмістом йоду. Такої детальної інформації про індивідуальний вибір споживачів у дослідників немає, тому відхилення у показниках споживання йоду можуть бути вищими за оціночні розрахунки.

При розробці програми йодування планувалося збільшити денну середню норму споживання йоду населенням на 50–60 мкг, причому приблизно половина цього обсягу мала надходити до організму з хлібом, а інша половина — з кухонною сіллю. Таким чином, зростання прийому йоду з хлібом відбулося згідно з планами. Більше того, частка збагаченого йодом хліба, що продається у Данії, є цілком задовільною. Оскільки імпортований хліб не є об'єктом обов'язкового йодування, то напевно чи в країні можна очікувати ще вищих показників йодизації.

У багатьох країнах діють програми йодування солі — як на засадах добровільності, так і обов'язкове (Bürgi 1993). Наразі бракує даних з інших країн про реальний вміст йоду в солі та його відповідність (чи невідповідність) вимогам закону. Наприклад, у Південній Африці дослідники оцінювали сіль на вміст йоду на етапі виробництва (Jooste 2003). Відтак лише 31 % зразків солі відповідали вимогам (40–60 чм); у 12 % зразків вміст йоду перевищував вимоги, а у 58 % — був нижчим за встановлені стандарти (Jooste 2003).

Наше дослідження показало, що середнє загальне споживання йоду збільшилося приблизно на 63 мкг на добу завдяки йодуванню кухонної солі та використанню збагаченого йодом хліба. Втім, споживання кухонної солі залишається невизначеним. Оцінки загального споживання йоду з продуктами харчування ґрунтуються на вмісті солі у стандартній рецептурі, враховуючи той факт, що сіль частково втрачається у воді при варці (Sanchez-Castillo et al. 1987a); індивідуальні відмінності у використанні солі при готуванні їжі також можуть бути суттєвими (Sanchez-Castillo et al. 1987b). Більше того, ми не враховували сіль, якою підсолюють їжу за столом. Уся сіль у рецептурі додає 13 мкг йоду/г. Таким чином, «внесок» кухонної солі у загальне споживання йоду є доволі невизначеним.

Дослідники виявили значні відмінності у вмісті йоду в йодованій кухонній солі як між різними торгівельними марками солі, так і між зразками солі одного бренду (Jooste 1999). Оскільки у Данії оцінювалася дуже обмежена кількість зразків солі, в рамках цього дослідження виявити відмінності між вмістом йоду у зразках солі одного бренду було неможливо. Відтак для визначення вмісту йоду у кухонній солі потрібно провести інше, більш масштабне дослідження.

Після того, як йодування усієї солі на добровільній основі у Данії виявилось недостатнім (див. Вступ), в країні було прийняте рішення запровадити обов'язкове йодування кухонної солі та солі, що використовується для приготування хліба. Йодування солі в інших продуктах харчування заборонене (Fødevaredirektoratet 2000). Справа у тому, що хліб і сіль споживають усі або майже всі, тому йодування обмеженої кількості продуктів значно спрощує контроль за вмістом йоду, ніж проведення йодизації великої кількості різноманітних продуктів харчування.

Як свідчать оцінки загальнонаціонального дослідження харчового раціону (Lyhne et al. 2005), на сьогодні загальне споживання йоду у Данії знаходиться на рекомендованому рівні для дорослих, не досягаючи верхньої безпечної межі (за даними Наукового комітету з питань продовольства, 2002). Споживання йоду у майже кожного жителя країни перевищує 100 мкг на добу, що вважається середнім рекомендованим показником. Особи, у яких споживання йоду є нижчим від цього рівня, наражаються на підвищений ризик виникнення йодного дефіциту (Nordic Ministerråd 2004). При цьому, споживання йоду серед дітей впритул — до 10 % при найвищих рівнях споживання — наближається до верхньої безпечної межі, встановленої Науковим комітетом з питань продовольства (2002). За умов прийому такими дітьми вітамінно-мінеральних добавок і комплексів, що містять йод, споживання цього мінералу перевищить верхню межу. Відтак виконання стратегії Всесвітньої організації охорони здоров'я (Andersson et al. 2003) щодо додавання 20—40 мкг йоду на один грам солі призведе до перевищення верхньої безпечної межі споживання йоду населенням Данії, особливо дітьми.

Вимірювання екскреції йоду у сечі — це рекомендований метод визначення йодного статусу (Hetzl & Dunn 1989). Розраховане зростання споживання йоду в Данії має бути підтверджене відповідними замірами екскреції йоду у зразках сечі, зібраних протягом 2004 та 2005 років у 3500 учасників дослідження та проаналізованих у 2006 році. Крім того, важливо знати й інші головні джерела йоду серед продуктів харчування, аби мати змогу за потреби відкоригувати йодування.

На завершення варто зазначити, що збагачення хліба та солі йодом призвело до бажаного зростання споживання йоду населенням Данії, відтак йодування солі на рівні 13 чм видається цілком доцільним та обґрунтованим. У майбутньому рекомендується здійснювати контроль за вмістом йоду в кухонній солі, адже в рамках цього дослідження було проаналізовано дуже мало зразків цього продукту. Наступним етапом моніторингу є перевірка підвищеного споживання йоду шляхом вимірювання екскреції йоду у сечі та вимірювання розміру щитовидної залози — це дозволить з'ясувати, чи має програма йодування очікуваний клінічний ефект. При запровадженні програми йодування важливо відстежувати вміст йоду у продуктах, що підлягають збагаченню, слідкувати за загальним споживанням цього мікроелемента, а також стежити за впливом йодування на відповідні розлади, зумовлені йодним дефіцитом.

- Andersson M, Takkouche B, Egli I, de Benoist B. 2003. The WHO global database on iodine deficiency disorders: the importance of monitoring iodine nutrition. *Scand J Nutr* 47:162_166.
- Århus Landsdelslaboratorium Fødevarerministeriet, Fødevaredirektoratet. 2000. Bekendtgørelse om tilsætning af jod til husholdningssalt og salt i brød og almindeligt bagværk m.v. Institut for Fødevareundersøgelser og Ernæring Bekendtgørelse nr. 627.
- Bürgi H. 1993. Iodization of salt and food. Technical and legal aspects. In: Delange F, Dunn JT, Glinoe D, (editors). Iodine deficiency in Europe. A continuing concern. New York and London: Plenum Press. pp261_268.
- Gy P. 1998. Sampling for analytical purposes. Chichester: John Wiley and Sons.
- Hansen K, Saxholt E, Knuthsen P. 2000. Markedsundersøgelse - Cerealier, Del 1. Brød, industrielt fremstillet og morgencerealier. AødevareRapport 22. Fødevaredirektoratet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Hetzel BS, Dunn JT. 1989. The iodine deficiency disorders: their nature and prevention. *Ann Rev Nutr* 9:21_38.
- Jooste PL. 1999. Impact after 1 year of compulsory iodisation on the iodine content of table salt at retailer level in South Africa. *Int J Food Sci Nutr* 50:7_12.
- Jooste PL. 2003. Assessment of the iodine concentration in table salt at the production stage in South Africa. *Bull World Health Org* 81:517_521.
- Larsen EH, Knuthsen P, Hansen M. 1999. Seasonal and regional variations of iodine in Danish dairy products determined by inductive coupled plasma mass spectrometry. *J Anal Atom Spectrom* 14:41_44.
- Laurberg P, Pedersen KM, Nøhr SB. 1993. Iodine intake in Denmark - influence on the pattern of thyroid disease. In: Delange F, Dunn JT, Glinoe D, (editors). Iodine deficiency in Europe. A continuing concern. Proceedings of a workshop held in Brussels, 1992. New York: Plenum Press. pp 311_315.
- Lyhne N, Christensen T, Groth MV, Fagt S, Biloft-Jensen A, Hartkopp H, Hinsch H-J, Matthiessen J, Møller A, Saxholt E, Trolle E. 2005. Danskernes kostvaner 2000_2002. Hovedresultater. Danmarks Fødevareforskning. Afdeling for Ernæring DFVF Publikation nr. 11.
- Nordisk Ministerråd. 2004. Nordic nutrition recommendations 2004. Nord 2004:13.
- Pedersen KM, Nøhr SB, Laurberg P. 1997. Jodindtagelse i Danmark. *Ugeskr Laeger* 159:2201_2206.
- Rädlinger G, Heumann KG. 1998. Iodine determination in food samples using inductively coupled plasma isotope dilution mass spectrometry. *Anal Chem* 70:2221_2224.
- Sanchez-Castillo CP, Seidell J, James WPT. 1987a. The potential use of lithium as a marker for the assessment of the sources of dietary salt: cooking studies and physiological experiments in men. *Clin Sci* 72:81_81.
- Sanchez-Castillo CP, Warrender S, Whitehead TP, James WPT. 1987b. An assessment of the sources of dietary salt in a British population. *Clin Sci* 72:95_102.
- Saxholt E. 1996. Levnedsmiddeltabeller. 4. udgave. Institutlet for Levnedsmiddeld kemi og Ernæring Levnedsmiddelstyrelsen.
- Scientific Committee on Food. 2002. Opinion of the Scientific Committee on Food on the tolerable upper intake level of iodine. European Commission. Health and Consumer Protection Directorate General, 7 October. Available online at: http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out146_en.pdf. Accessed 7 October 2002.
- Vitti P, Rago T, Aghini-Lombardi F, Pinchera A. 2001. Iodine deficiency disorders in Europe. *Publ Health Nutr* 4:529_535.
- WHO, UNICEF, ICCIDD. 2001. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A Guide for Programme managers. World Health Organization Geneva pub`

Резюме

Завдання Виміряти вміст йоду у хлібі та кухонній солі у Данії після запровадження обов'язкового збагачення (фортифікації) продуктів йодом, а також розрахувати збільшення споживання йоду в результаті йодування.

Дизайн В рамках дослідження оцінювався вміст йоду у житньому та білому (пшеничному) хлібі та у зразках солі. Було проведено вимірювання збільшення споживання йоду в результаті збагачення хлібу йодом, а також збільшення загального споживання йоду після йодування.

Предмет дослідження Споживання йоду до та після йодування оцінювалося на основі даних про харчовий раціон 4124 довільно обраних суб'єктів дослідження у Данії.

Головні результати Приблизно 98% усього житнього хлібу та 90% пшеничного хлібу збагачені йодом. Медіанне споживання йоду з хлібу зросло на 25 (13-43) мкг на добу, а загальне медіанне споживання цього мікроелементу виросло на 63 (36-104) чнм на добу.

Висновки Збагачення хлібу та солі йодом призвело до бажаного зростання споживання йоду, а нинішній рівень йодування солі (13 чнм) видається цілком доцільним і обґрунтованим.

Ключові слова *Збагачення йодом (йодування), сіль, Данія, споживання йоду*



ВІРНО
сіль

unicef 