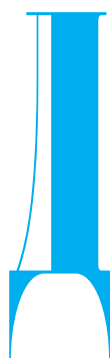


IODINE AND SELENIUM IN SEAWATER PRODUCTS: ESTIMATION OF RESEARCH RESULTS

Petrenko O.D., Melnichenko T.I.

ЙОД І СЕЛЕН У ПРОДУКТАХ МОРЯ: ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ



**ПЕТРЕНКО О.Д.,
МЕЛЬНИЧЕНКО Т.І.**

ДУ "Інститут гігієни
та медичної екології
ім. О.М. Марзєєва
НАМН України",
м. Київ

УДК 639.38:543.272.454:543.
632.462

**Ключові слова: йод, селен,
інверсійно-
вольтамперометричний
метод, морська риба,
морепродукти, харчування
населення.**

Дослідження харчового раціону людини на популяційному рівні надзвичайно важливе, оскільки якість харчування суттєво впливає на стан здоров'я населення, визначаючи поширеність багатьох захворювань. Стан харчування українців характеризується низкою недоліків, насамперед низьким вмістом білка, перевищенням вуглеводів і жирів. Значною проблемою нині є недостатнє споживання "мінорних" компонентів їжі — речовин, необхідних для адекватного перебігу всіх обмінних процесів в організмі. До таких речовин належать і мікроелементи — хімічні елементи, необхідні людині у невеликих кількостях, проте надлишок, нестача або дисбаланс цих елементів призводить до розвитку специфічних захворювань (так званих мікроелементозів) та загальних захворювань.

Широке розповсюдження мікроелементозів серед населення України зумовлене, за

даними багатьох дослідників, забрудненням навколишнього середовища екотоксикантами, виснаженням ґрунтів, зміною харчового раціону населення тощо. Особливе соціальне значення нині мають дисбаланс йоду та селену у харчуванні населення та пов'язані з цим захворювання.

Наслідки йодного дефіциту мають загрозливий характер та є причиною різноманітних захворювань, прояв яких залежить від тяжкості та тривалості дефіциту, віку і фізіологічного стану людини, що його відчуває. Патогенетичною основою розвитку більшої частини цих хвороб є порушення функціонування щитоподібної залози та розвиток відносної або абсолютної гіпотироксинемії різного ступеня.

Роль селену у підтриманні стану здоров'я визначається насамперед його антиоксидантними властивостями. Прояви селенодефіциту на популяційному рівні визначають-

**ЙОД И СЕЛЕН В ПРОДУКТАХ МОРЯ: ОЦЕНКА
РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ
Петренко Е.Д., Мельниченко Т.И.**

Цель данной работы — количественное определение содержания йода и селена в морской рыбе и морепродуктах и оценка полученных экспериментальных данных. Пробы морской рыбы, морепродуктов и продукции из них были отобраны в торговой сети г. Киева и Киевской области. Особое внимание уделено исследованию тех видов рыбы, что, по данным статистических исследований, потребляются населением чаще всего.

Для количественного анализа йода и селена использована инверсионная вольтамперометрия по трехэлектродной схеме. Массовую долю йода в продуктах моря определяли с помощью вольтамперометрического анализатора "ЭКОТЕСТ-ВА", а селена — вольтамперометрического анализатора "АВА-3".

В соответствии с результатами исследований установлены значительные колебания содержания йода и селена в образцах рыбы и морепродуктов, отобранных в разных пунктах розничной торговли. Установлены также значительные расхождения полученных данных с расчетными показателями. Больше всего на содержание йода и селена влияют соблюдение условий хранения замороженной продукции в торговой сети, вид кулинарной обработки и внесение обогащающих добавок (например, йодированной соли). Самым надежным источником йода и селена из продуктов моря являются морские водоросли, которые даже после кулинарной обработки отличаются достаточно высоким уровнем микроэлементов.

**Ключевые слова: йод, селен,
инверсионно-вольтамперометрический
метод, морская рыба, морепродукты,
питание населения.**

© Петренко О.Д., Мельниченко Т.І. СТАТТЯ, 2014.

№1 2014 ENVIRONMENT & HEALTH 22

IODINE AND SELENIUM IN SEAWATER PRODUCTS: ESTIMATION OF RESEARCH RESULTS

Petrenko O.D., Melnichenko T.I.

Purpose of this work is a quantitative determination of the content of iodine and selenium in the saltwater fish and products and estimation of the experimental findings. Samples of saltwater fish, saltwater products and products from them were selected in the trade shops of Kyiv and the Kyiv region. A special attention was paid to the kinds of fish consumed by the population more frequent according to the data of statistical research. For the quantitative analysis of iodine and selenium, an inverse voltamperometry by a three-electrode chart was used. Mass part of iodine in the seawater products was determined with the help of voltamperometric analyzer "EKOTEST-VA", and selenium mass part

— voltamperometric analyzer "AVA-3". In accordance with the research results, the considerable discordances in the content of iodine and selenium was determined in the samples of fish and saltwater products, selected in the different points of retail trade. Considerable discordances of the obtained findings with the calculated indices were revealed. Compliance with the conditions of the storage of the frozen products in the trade shops, type of culinary treatment and introduction of the enriching additives (for example, iodine-treated salt) affects the content of iodine and selenium most of all. Sea algae are the most reliable source of iodine and selenium from the seawater products, they have rather high level of microelements even after culinary treatment.

Keywords: iodine, selenium, inverse voltamperometric method, saltwater fish, saltwater products, nutrition of population.

ся підвищенням захворюваності на онкопатологію та серцево-судинні захворювання. Також доведено, що для нормального функціонування щитоподібної залози, окрім адекватного забезпечення йодом, важливе значення має достатній вміст в організмі селену [1, 2].

Окрім застосування фармпрепаратів і внесення збагачуючих добавок у продукти, важливе значення має споживання харчових продуктів з природно високим вмістом мікроелементів, зокрема морської риби та морепродуктів. Незважаючи на численні наукові дослідження з цього приводу, в Україні відсутня ефективна система оцінки поширеності мікроелементозів, а робіт з вивчення мікроелементного складу харчових продуктів недостатньо. Все сказане вище і зумовлює актуальність даного дослідження, присвяченого вивченню вмісту йоду та селену у зразках морської риби та морепродуктів.

Метою даної роботи є кількісне визначення вмісту йоду і селену у зразках морської риби та морепродуктів і оцінка отриманих експериментальних даних.

Матеріали та методи. Проби морської риби, морепродуктів та продукції з них було відібрано у торговельній мережі м. Києва та Київської області. Особливу увагу нами приділено дослідженню тих видів риби, які, за даними статистичних досліджень, споживаються населенням найчасті-

ше [3]. Дані щодо країни походження досліджених зразків продуктів наведено у табл. 1.

Визначення у зразках риби і морепродуктів масової частки йоду і селену проводили методом інверсійної вольтамперометрії за трьохелектродною

схемою, який ґрунтується на принципі концентрування на індикаторному електроді безпосередньо з досліджуваного розчину елемента, що визначається, і подальшому розчиненні концентрату з реєстрацією вольтамперної кривої.

Таблиця 1

Країни походження досліджених зразків

| Об'єкт випробування | Країна походження |
|--------------------------------------|---------------------|
| Ламінарія суха | Російська Федерація |
| Ламінарія гідратована | Російська Федерація |
| Сардини у томатному соусі (консерви) | Марокко |
| Бички у томатному соусі (консерви) | Україна |
| Крабові палички заморожені | Російська Федерація |
| Бички свіжозаморожені | Україна |
| Нототенія свіжозаморожена | Корея |
| Мойва в'ялена | Україна |
| Окунь морський гарячого копчення | Україна |
| Сайда свіжозаморожена | Норвегія |
| Оселедець пряного посолу | Україна |
| Масляна (есколар) холодного копчення | Україна |
| Сайра натуральна (консерви) | Китай |
| Морська капуста маринована | Україна |
| Паштет рибний | Беларусь |
| Хек свіжозаморожений | Китай, Канада |
| Пангасіус свіжозаморожений | В'єтнам |
| Тріска свіжозаморожена | Китай |
| Шпроти "Ризьке золото" (консерви) | Латвія |
| Хоккі свіжозаморожена | Російська Федерація |
| Фукуси (Біломорські) | Російська Федерація |
| Сьомга охолоджена | Норвегія |
| Форель охолоджена | Норвегія |

Масову частку йоду визначали за допомогою вольтамперометричного аналізатора "Екотест-ВА", який укомплектовано імпрегнованим сріблом графітовим електродом, допоміжним електродом типу ЕПВ-1СР, електродом порівняння типу ЕВЛ-1М3.1, а селену — за допомогою вольтамперометричного аналізатора "АВА-3", який укомплектовано індикаторним електродом ЕМ-5, допоміжним електродом типу ЕПВ-02, електродом порівняння типу ЕВЛ-1М4.

Принцип визначення йоду ґрунтується на електрохімічному окисленні йод-іонів до молекулярного йоду, осадженні малорозчинної комплексної сполуки, що містить йод, з подальшим електрохімічним розчиненням на поверхні робочого електроду осаду за лінійної розгортки потенціалу. Вимірюючи величину катодного струму під час розчинення осаду, розраховують масову концентрацію йоду у досліджуваному розчині.

Принцип визначення селену ґрунтується на електрохімічному відновленні Se (IV) до Se (0), а реєстрація аналітичного сигналу на стадії розгортки відбувається у результаті електрохімічної реакції Se (0) → Se (IV). Визначення масової концентрації селену у досліджуваному розчині проводиться методом стандартних добавок.

Методика включає "суху мінералізацію" — наважку проби обробляють розчином гідроксиду калію, спалюють спочатку на електроплитці, а потім — за допомогою системи для мікрохвильового озолення "PHOENIX"; отриману золу суспендують у воді, нейтралізують до рН 4-6, проводять центрифугування отриманого розчину (за необхідності);

аліквоту проби вносять до електрохімічної чарунки з фоновим розчином та проводять вимірювання. За отриманими результатами обраховують масову частку елемента, що визначається.

Результати та їх обговорення. Морська риба та морепродукти мають виключно високу біологічну цінність, містять дефіцитні мікронутрієнти, легкозасвоєвані білки, ненасичені жирні кислоти тощо. Харчові продукти цієї групи незамінні у дитячому харчуванні, у раціоні вагітних та як складова дієтичного харчування. Статистичні дані свідчать про підвищення рівня споживання риби та морепродуктів серед населення України за останнє десятиріччя, проте порівняно з іншими європейськими країнами ці показники досить незначні. 2012 року споживання риби складало у середньому 13,6 кг на людину на рік, що майже вдвічі більше за аналогічний показник десятирічної давнини — 2000 року він становив 8,4. Але порівняно з загальноєвропейськими даними (у середньому 30 кг на людину на

рік) споживання українцями риби низьке та не відповідає прийнятій нормі (20 кг на рік) [4].

Незважаючи на наявність власної рибовидобувної галузі внесок вітчизняної продукції незначний, переважна частина морської риби та морепродуктів імпортується з таких країн, як Російська Федерація, Норвегія, Китай та ін. Також необхідно відзначити, що українці вживають вкрай мало свіжої риби (лише 7-9%), усе інше — заморожена риба та виготовлена з неї продукція. Майже 40% спожитої українцями риби складає оселедець, 10% — хек, по 5% припадає на мойву, салаку, кільку та скумбрію, щодо морепродуктів — найбільше споживають креветок [3].

Результати визначення вмісту йоду у зразках морської риби та морепродуктів представлено у таблиці 2.

Проведені дослідження з визначення вмісту йоду у морській рибі та морепродуктах свідчать про значні його коливання. За даними деяких дослідників, на вміст йоду значною мірою впливають

Таблиця 2
Вміст йоду у зразках морської риби та морепродуктів

| Об'єкт випробування | Вміст йоду (середнє значення), мг/кг |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Ламінарія суха | 1042,83 |
| Ламінарія гідратована | 91,16 |
| Сардини у томатному соусі (консерви) | 0,33 |
| Бички у томатному соусі (консерви) | 0,10 |
| Крабові палички заморожені | 0,21 |
| Бички свіжозаморожені | 0,22 |
| Нототенія свіжозаморожена | 0,02 |
| Мойва в'ялена | 0,16 |
| Окунь морський гарячого копчення | 0,58 |
| Сайда свіжозаморожена | 0,48 |
| Оселедець пряного посолу | 0,51 |
| Масляна (есколар) холодного копчення | 0,45 |
| Сайра натуральна (консерви) | 0,38 |
| Морська капуста маринована | 42,59 |
| Паштет рибний | 0,55 |
| Хек свіжозаморожений (Китай) | 0,08 |
| Пангасіус свіжозаморожений | 0,07 |
| Тріска свіжозаморожена | 0,03 |

умови зберігання харчового продукту — висока вологість та температура, незадовільна вентиляція призводять до значних втрат йоду (до 64%). Через багаторазові заморожування та розморожування продуктів моря йод втрачається переважно з водною фракцією. Термічна обробка риби призводить до втрати 35-74% вмісту йоду [5]. Пангасіус, тріска, хек та нототенія свіжозаморожені характеризуються вкрай низьким вмістом йоду, що можна пояснити втратою цього мікроелемента внаслідок порушення режиму охолодження продуктів у закладах торгової мережі. Так, нототенія свіжозаморожена містить 0,02 мг/кг йоду, що значно менше відповідних розрахункових показників (більше ніж у 10 разів) [6]. Разом з тим, вміст йоду у сайді та бичках свіжозаморожених на достатньому рівні (0,22-0,48 мг/кг). Аналіз вмісту йоду у консервах, копченій, солоній та в'яленій морській риби свідчить про достатньо високий рівень його у досліджуваних зразках (0,10-0,58 мг/кг). Найвищим вмістом йоду у нашому дослідженні відзначається ламінарія — вміст йоду у сухій ламінарії на рівні 1042,83 мг/кг. Хоча кулінарна обробка призводить до значних втрат, показники вмісту йоду у ламінарії гідратованій (91,16 мг/кг) та маринованій (42,59 мг/кг) залишаються високими порівняно з іншими зразками.

Результати визначення вмісту селену у зразках морської риби та морепродуктів представлено у таблиці 3.

Аналіз отриманих результатів свідчить про значні розбіжності показників, що не можна пояснити лише видовою приналежністю риби. Так, показники значним чином відрізняються навіть для зразків риби одного виду і однієї країни походження, які було придбано у різний час і у різних торгових точках (наприклад, для свіжозаморожених сайди, пангасіуса і хека). Окремі зразки (сайда свіжозаморожена і форель охолоджена) характеризуються вкрай низьким вмістом селену (<0,01 мг/кг). Разом з тим, має місце і наявність зразків свіжозамороженої риби з високим вмістом селену. Така ситуація може бути зумовлена передусім різними умовами обробки і зберігання продукції (починаючи з моменту вилову риби).

Висновки

1. Постійне використання продуктів моря у харчуванні дозволяє урізноманітнити раціон та збагатити його дефіцитними нутрієнтами.

2. Встановлено значні розбіжності отриманих лабораторним методом результатів з відповідними показниками, наведеними у розрахункових таблицях. Для більшості видів морської риби та морепродуктів розрахункові дані щодо вмісту йоду та селену взагалі відсутні.

Таблиця 3

Вміст селену у зразках морської риби та морепродуктів

| Об'єкт випробування | Вміст селену (середнє значення), мг/кг |
|-----------------------------------|--|
| Фукуси сухі (Біломорські) | 4,85 |
| Хек свіжозаморожений (Китай) | 1,86 |
| Сайда свіжозаморожена (I) | < 0,01 |
| Хоккі свіжозаморожена | 0,59 |
| Пангасіус свіжозаморожений (I) | 0,36 |
| Хек свіжозаморожений (Канада) | 1,19 |
| Сьомга охолоджена | 0,81 |
| Пангасіус свіжозаморожений (II) | 1,65 |
| Форель охолоджена | < 0,01 |
| Шпроти "Ризьке золото" (консерви) | 0,50 |
| Сайда свіжозаморожена (II) | 1,94 |

3. Встановлено широкий діапазон коливань вмісту йоду та селену у різних зразках морської риби та морепродуктів.

4. Найбільше на вміст мікроелементів, що визначалися, впливають дотримання умов зберігання замороженої продукції у закладах торгівлі, де було відібрано зразки, вид кулінарної обробки та внесення збагачуючих добавок (наприклад, йодованої солі).

5. Найнадійнішим джерелом йоду та селену з продуктів моря є морські водорості, які навіть після кулінарної обробки відзначаються достатньо високим рівнем мікроелементів.

6. Отримані результати свідчать про необхідність подальших досліджень у даному напрямку. Крім того, для підвищення надійності результатів бажано проводити визначення вмісту мікроелементів у харчових продуктах паралельно різними методами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, патогенез, органопатия / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Стручкова. — М.: Медицина, 1991. — 496 с.

2. Корзун В.Н. Теоретичні основи створення та вживання продуктів спеціального призначення / В.Н. Корзун // Довкілля та здоров'я. — 2009. — № 1. — С. 63-68.

3. Обзор рыбной отрасли Украины [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fishindustry.net/marketing-researches/>

4. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України за 2012 рік / ред. Н.С. Власенко. — К.: Держслужба статистики України, 2013. — 56 с.

5. Лотоцька-Дудик У.Б. Нутриціологічна профілактика

йодної недостатності / У.Б. Лотоцька-Дудик, Н.О. Крупка // Львівський медичний часопис. — 2011. — № 1. — С. 100-105.

6. Химический состав пищевых продуктов. Кн.1, 2: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. — М.: Агропромиздат, 1987. — 224 с.

REFERENCES

1. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Struchkova L.S. Mikroelementozy cheloveka: etiologiya, klassifikaciya, patogenez, organopatiya [Human Microelementoses: Etiology, Classification, Pathogenesis, Organopathy]. Moscow : Medicina ; 1991 : 496 p. (in Russian)

2. Korzun V.N. Dovkillia ta zdorovia. 2009 ; 1 : 63-68. (in Ukrainian)

3. Obzor rybnoi otrasli Ukrainy. Available at : <http://www.fishindustry.net/marketing-researches>

4. Vlasenko N.S. (ed.) Balansy ta spozhivannia osnovnykh produktiv kharchuvannia naselenniam Ukrainy za 2012 rik [Review of Fish Branch. Balance and Consumption of Main Foodstuffs by the Population of Ukraine for 2012]. Kyiv ; 2013 : 56 p. (in Ukrainian)

5. Vlasenko N.S. (ed.) Obzor rybnoi otrasli Ukrainy. Balansy ta spozhivannia osnovnykh produktiv kharchuvannia naselenniam Ukrainy za 2012 rik [Review of Fish Branch. Balance and Consumption of Main Foodstuffs by the Population of Ukraine for 2012]. Kyiv ; 2013 : 56 p. (in Ukrainian). Available at : <http://www.fishindustry.net/marketing-researches>

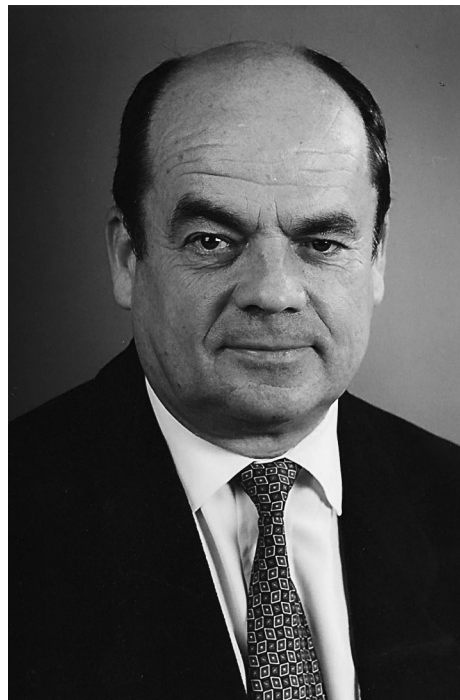
6. Lototska-Dudyk U.B., Krupka N.O. Lvivskiy medychnyi chasopys. 2011 ; 1 : 100-105. (in Ukrainian)

7. Skurikhin I.M., Volgarrev M.N. Khimicheskii sostav pishchevykh produktov. Spravochnye tablitsy soderzhanii osnovnykh pishchevykh veshchestv i energeticheskoi tsennosti pishchevykh produktov [Chemical Composition of Foodstuffs. Reference Tables of the Composition of Main Foodstuffs and Energetic Value of Foodstuffs]. Moscow : Agropromizdat ; 1987: 224 p. (in Russian)

Надійшла до редакції 08.10.2013.

ВІДОМИЙ ВЧЕНИЙ ПРОФІЛАКТИЧНОЇ МЕДИЦИНИ ТА ПЕДАГОГ ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

**До 75-річчя
від дня
народження
і 50-річчя
трудової
діяльності
професора
кафедри гігієни
та екології
НМУ імені
О.О. Богомольця
Геннадія
Панасовича
Степаненка**



НАШІ ЮБІЛЯРИ

Геннадій Панасович Степаненко — відомий в Україні вчений у галузі профілактичної медицини, педагог вищої медичної освіти, народився 11 жовтня 1938 року у родині вчителів у м. Василькові (на той час с. Западінка Васильківського району) Київської області.

1957 року вступив до Київського медичного інституту (КМІ) ім. О.О. Богомольця на санітарно-гігієнічний факультет.

Протягом усіх 6-ти років навчання він демонстрував відмінні, дуже рідко — хороші знання, здійснив перші успішні кроки у наукових дослідженнях, брав активну участь у громадській роботі.

У 1963 році розпочав свою професійну практичну діяльність з посади лікаря харчової санітарії Васильківської районної СЕС, та вже за 5 місяців його призначили головним державним лікарем

району. На цій новій посаді Г.П. Степаненко не переривав своєї творчої діяльності. Більше того, він наполегливо поєднував практичну роботу з науковими пошуками. Здав екзамени кандидатського мінімуму, опублікував перші статті у провідному теоретичному журналі "Гігієна і санітарія" (Москва), виступав на науково-практичних конференціях з доповідями про обмін досвідом роботи санітарно-епідеміологічної служби та пропозиціями з її удосконалення.

1965 року Г.П. Степаненко отримав від свого вчителя Р.Д. Габовича листа з пропозицією вступу до аспірантури на кафедру комунальної гігієни. Як особу, що успішно здала всі екзамени кандидатського мінімуму, має друковані роботи у провідних союзних наукових виданнях, його зарахували до аспірантури.

Увесь подальший життєвий шлях, педагогічна, наукова робота та громадська діяль-