



УДК 612.392.69:543.621

# ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ВМІСТУ ЕСЕНЦІЙНИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ ПІВНОЧІ УКРАЇНИ

О.Д. Петренко, кандидат мед. наук

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

**Резюме.** У роботі досліджено вміст йоду, селену, міді, цинку та заліза в харчових продуктах з північних областей України. Встановлено невідповідність отриманих показників даним таблиць хімічного складу харчових продуктів. Вивчення мікроелементного складу продуктів із застосуванням методів фізико-хімічного аналізу важливе для оцінки реального стану забезпеченості цими речовинами населення, розробки профілактичних та корегувальних заходів.

**Ключові слова:** йод, селен, мідь, цинк, залізо, інверсійно-вольтамперометричний метод, харчування населення.

**Вступ.** Харчування є одним з найважливіших факторів підтримки життєдіяльності. Збалансований за кількісним та якісним складом раціон є необхідною та обов'язковою умовою нормального розвитку організму, збереження здоров'я, працездатності та довголіття. На жаль, харчування населення нашої країни не можна назвати адекватним: українці потерпають від нестачі вітамінів, багатьох есенційних мікроелементів і білка, але вживають забагато вуглеводів та рафінованих жирів [3]. Крім того, дослідження, проведені в різних країнах світу, свідчать про значні коливання вмісту окремих нутрієнтів у харчових продуктах [7, 8, 9]. Оцінка надходження дефіцитних елементів з продуктами харчування надзвичайно важлива в епідеміологічному відношенні, з огляду на те, що їх нестача є основною причиною більшості аліментарних захворювань та одним з чинників поширення інших хвороб, зокрема серцево-судинної патології, онкологічних захворювань, порушень обміну речовин тощо. Достовірно оцінити ступінь дисбалансу раціону за тим чи іншим нутрієнтом можна лише маючи реальні дані щодо його вмісту в харчових продуктах [1]. Лабораторні дослідження також важливі для оцінки доцільності та ефективності впровадження профілактичних заходів, оскільки внесення до складу продуктів надмірних доз збагачуючих добавок, безконтрольне їхнє застосування населенням може призвести і до негативних наслідків. Тому нині актуальним є питання вивчення вмісту дефіцитних нутрієнтів для оцінки споживання їх населенням та контролю вмісту в збагачених продуктах харчування.

Одна з важливих проблем охорони здоров'я в Україні — це зростання частоти захворювань, що

етіологічно пов'язують із браком йоду в харчуванні. Тривалий час дефіцит йоду вважався єдиною причиною розвитку дифузного (ендемичного) зобу та інших йододефіцитних патологій (вузлового зобу, кретинізму, невиношування вагітності тощо), а тому розроблені профілактичні заходи стосувалися лише ліквідації дефіциту цього мікроелементу в харчуванні населення [6]. Проте сьогодні підтверджено невідповідність між вмістом йоду в довкіллі, харчових продуктах, організмі людини та поширенням йододефіцитної патології. Також доведено ключову роль у процесах обміну йоду селену, міді, цинку, заліза [3, 4, 10]. Незважаючи на численні наукові дослідження з цього питання, в Україні відсутня ефективна система оцінки розповсюдженості мікроелементів, а також недостатньо наукових праць щодо вивчення вмісту есенційних нутрієнтів у складі харчових продуктів.

**Мета дослідження.** Вивчення та оцінка вмісту важливих для тиреоїдного синтезу мікроелементів у зразках харчових продуктів загального вжитку.

**Матеріали і методи.** Проби харчових продуктів відібрано у приватних господарствах та торговельній мережі Волинської, Житомирської, Рівненської, Київської областей. Даний регіон характеризується підзолистими ґрунтами, збідненими на макро- та мікроелементи в доступній формі для кореневої системи рослин [3]. Структура харчування мешканців північних областей в основному відповідає загальноукраїнським даним. Раціон містить значну кількість хліба, картоплі, цукру та недостатньо — риби, молока, м'яса та продуктів з них, плодів, ягід та винограду. Найбільш оптимальним, згідно зі статистичними даними, є харчування мешканців Київської області

та м. Києва [2]. Особливу увагу нами приділено дослідженню тих видів харчових продуктів, яким, за статистичними даними, віддає перевагу населення.

Визначення в зразках харчових продуктів масової частки йоду, селену, цинку, міді і заліза проводили методом інверсійної вольтамперометрії за трьохелектродною схемою із застосуванням аналізаторів «Екотест-ВА» (ООО Эконикс-Эксперт, Москва, РФ) та «АВА-3» (НПО «Буревестник», Санкт-Петербург, РФ), що ґрунтується на принципі концентрування на індикаторному електроді безпосередньо з досліджуваного розчину елемента, що визначається, і подальшому розчиненні концентрату з реєстрацією вольтамперної кривої. На вольтамперограмі реєструються піки, положення яких визначається потенціалом окислення/відновлення речовини, а висота — пропорційна концентрації елемента. Визначення масової концентрації мікроелементів у досліджуваному розчині проводиться методом стандартних добавок.

Вимірювальна чарунка аналізатора «Екотест-ВА» складається з імпрегнованого срібром графітового електрода, допоміжного електрода ЭПВ-1СР, електрода порівняння ЭВЛ-1М3.1, аналізатора «АВА-3» — з індикаторного вуглецево-ситалового електрода, на робочу поверхню якого електрохімічним шляхом нанесено плівку ртуті (та імпрегнованого золотом електрода ЭМ-5 для вимірювання селену), допоміжного електрода ЭПВ-02, електрода порівняння ЭВЛ-1М4.

Для підготовки проб застосовували «суху» мінералізацію, яку проводили за допомогою системи

для мікрохвильового озолення «PHOENIX».

Одержані дані порівнювали з розрахунковими показниками, які використовують для оцінки вмісту нутрієнтів у харчових продуктах та раціонах харчування [5].

**Результати дослідження.** Вивчення вмісту йоду у продуктах харчування свідчить про вкрай низький вміст цього мікроелементу у досліджуваних зразках. Порівняння отриманих даних щодо вмісту йоду, селену, міді, заліза та цинку з даними таблиць, які використовуються для розрахунку вмісту макро- та мікроелементів у раціонах харчування, дозволило виявити наступне.

Вміст йоду у харчових продуктах місцевого виробництва суттєво знижений. Так, рівень йоду в капусті, огірках та редисці не перевищував межу чутливості приладу (0,0002 мг/кг). Вміст йоду у картоплі, буряку, моркві становив лише 8,3-11,8 % від розрахункових значень. Хліб містив 5,7-12,1 % від табличного нормативу вмісту йоду. Вміст йоду у продуктах тваринного походження був дещо вищим. Так, вміст йоду у м'ясі курки становив майже 60% від розрахункових показників, молоці — 22,2-97,4 % (табл. 1).

Результати дослідження вмісту селену у продуктах харчування наведено в табл. 2.

Як видно за результатами проведених досліджень, має місце істотне коливання фактичного вмісту селену у харчових продуктах загального вжитку, навіть у межах однієї групи (зокрема в зразках молока, хліба та яєць). Порівняння одержаних даних щодо вмісту селену у харчових продуктах з розрахунковими неможливе через відсутність

Таблиця 1

**Вміст йоду у зразках харчових продуктів за даними лабораторних досліджень (I) та розрахункових таблиць (II)**

№ з/п	Зразок	Вміст йоду, М±m (мг/кг)	
		I	II
1.	Буряк	0,0066±0,001	0,056
2.	Кабачки	Нижче межі визначення	—
3.	Капуста	Нижче межі визначення — 0,0005±0,0001	0,030
4.	Картопля	0,0030±0,001	0,036
5.	М'ясо курки	0,0268±0,001	0,045
6.	Молоко	0,0200±0,003 - 0,0877±0,013	0,090
7.	Морква	0,0043±0,001	0,040
8.	Огірки	0,0002±0,0001	0,030
9.	Редиска	0,0002±0,0001	0,080
10.	Риба (короп)	0,0396±0,001	0,500
11.	Сир твердий	0,2327±0,011	—
12.	Хліб	0,0032±0,0009 — 0,0068±0,002	0,056

Таблиця 2

**Вміст селену у зразках харчових продуктів за даними лабораторних досліджень (I) та розрахункових таблиць (II)\***

№ з/п	Зразок	Вміст селену, М±m (мг/кг)	
		I	II
1.	Борошно пшеничне	0,300±0,100 - 2,250±0,680	0,060
2.	Буряк	0,013±0,005 - 0,034±0,013	—
3.	Кабачки	< 0,01	—
4.	Капуста	0,014±0,005	—
5.	Картопля	0,039±0,015 - 0,28±0,10	—
6.	М'ясо курки	0,280±0,100	—
7.	Масло вершкове	1,240±0,310	—
8.	Молоко	0,013±0,005 - 1,51±0,41	0,200
9.	Морква	< 0,01 - 0,014±0,005	—
10.	Огірки	< 0,01	—
11.	Полуниця	0,061±0,021	—
12.	Редиска	< 0,01	—
13.	Риба (короп)	0,320±0,120	—
14.	Сир	0,350±0,130	—
15.	Сметана	0,031±0,011	—
16.	Хліб	0,760±0,270 - 2,380±0,710	—
17.	Цибуля ріпчаста	2,830±0,850	—
18.	Яйце куряче	0,300±0,100 - 2,460±0,740	—
19.	Яйце перепелине	0,060±0,020 - 0,650±0,2400,950±0,330	—
20.	Яловичина	0,950±0,330	—

\* дослідження виконано спільно зі старшим наук. співроб., кандидатом біол. наук Мельниченко Т.І.

таких даних у розрахункових таблицях. При цьому, спостерігаються різнонаправлені коливання вмісту цього мікроелементу у харчових продуктах, що може суттєво позначитися на рівні надходження селену до організму.

Одержані нами дані щодо вмісту заліза в деяких харчових продуктах свідчать про його низький вміст, що і обумовлює недостатність цього елемента в раціонах харчування (табл. 3).

Так, вміст даного мікроелементу у борошні пшеничному становить 4,01 мг/кг, що майже втричі менше аналогічного табличного показника (12 мг/кг), картопля містить 0,48 мг/кг заліза, що в 13,5 раза менше розрахункових даних (6,5 мг/кг). М'ясо курки містить 6,76 мг/кг заліза, що на 43,7 % менше розрахункових даних.

За результатами наших досліджень вміст міді в більшості зразків був значно нижчим за розрахункові дані (табл. 4).

Разом з тим, як видно з табл. 4, спостерігається значне перевищення (майже втричі) вмісту міді у зразках риби (короп), що, скоріше за все, свідчить про забруднення водного об'єкту пестицидами, які містять мідь. Кількість міді в курятині знижена в 2,1 раза, в борошні — на третину, в молоці — у 6 разів, у хлібі — в 2,6 раза, в яйці — в 1,6 раза. Лише в деяких пробах картоплі вміст міді був знижений незначно.

У переважній більшості проаналізованих проб харчових продуктів (борошно пшеничне, картопля, молоко, риба, куряче яйце) майже співпадав з розрахунковими значеннями, або був дещо знижений (табл. 5).

Разом з тим, катастрофічно низький вміст цинку спостерігається у м'ясі курки (нижче розрахункових значень у 4,3 раза) та у цибулі ріпчастій (у 5,7 раза). Вміст цинку у гречаній крупі та хлібі знижений майже вдвічі, що, з огляду на підвищене спо-

Таблиця 3

**Вміст заліза в зразках харчових продуктів за даними лабораторних досліджень (I) та розрахункових таблиць (II)**

№ з/п	Зразок	Вміст заліза, $M \pm m$ (мг/кг)	
		I	II
1.	Борошно пшеничне	4,01±0,80	12,0
2.	Картопля	0,07±0,01 - 0,48±0,10	9,00
3.	М'ясо курки	6,76±1,35	16,00
4.	Молоко	0,45±0,09 - 1,02±0,2	0,70
5.	Риба (короп)	0,87±0,17	8,00
6.	Хліб пшеничний	0,84±0,17 - 1,30±0,26	19,00
7.	Цибуля ріпчаста	0,61±0,12 - 0,89±0,18	8,00
8.	Яйце куряче	4,50±0,90	25,00

\* дослідження виконано спільно зі старшим наук. співроб., кандидатом біол. наук Мельниченко Т.І.

Таблиця 4

**Вміст міді у зразках харчових продуктів за даними лабораторних досліджень (I) та розрахункових таблиць (II)\***

№ з/п	Зразок	Вміст міді, $M \pm m$ (мг/кг)	
		I	II
1.	Борошно пшеничне	0,23±0,05 - 3,84±0,81	1,00
2.	Кабачок	1,03±0,22	—
3.	Картопля	0,36±0,07 - 1,31±0,26	1,40
4.	Крупа гречана	7,26±1,60	6,40
5.	М'ясо курки	0,14±0,03 - 0,36±0,07	0,760
6.	Молоко	0,02±0,007	0,12
7.	Риба (короп)	3,62±0,54	1,3
8.	Хліб	0,51±0,10 - 0,75±0,15	1,34–2,22
9.	Цибуля ріпчаста	0,33±0,07 - 0,62±0,13	0,85
10.	Яйце куряче	0,44±0,09 - 0,68±0,14	0,83

\* дослідження виконано спільно зі старшим наук. співроб., кандидатом біол. наук Мельниченко Т.І.

Таблиця 5

**Вміст цинку у зразках харчових продуктів за даними лабораторних досліджень (I) та розрахункових таблиць (II)\***

№ з/п	Зразок	Вміст цинку, $M \pm m$ (мг/кг)	
		I	II
1.	Борошно пшеничне	2,93±0,59 - 10,40±2,03	7,00
2.	Кабачок	2,32±0,46	—
3.	Картопля	1,05±0,21 - 3,24±0,65	3,60
4.	Крупа гречана	12,60±2,46	20,50
5.	М'ясо курки	4,77±0,95 - 4,81±0,94	20,55
6.	Молоко	4,61±0,92	4,00
7.	Риба (короп)	19,90±3,98	20,80
8.	Хліб	3,65±0,73 - 3,92±0,78	7,35
9.	Цибуля ріпчаста	0,77±0,15 - 1,51±0,31	8,50
10.	Яйце куряче	8,20±1,64 - 11,70±2,28	11,10

\* дослідження виконано спільно зі старшим наук. співроб., кандидатом біол. наук Мельниченко Т.І.

живання цих продуктів, безумовно, призведе до дефіциту цинку в організмі людини. Дещо поліпшити ситуацію може споживання продуктів харчування з високим вмістом цинку — коропу (19,90 мг/кг) та яєць курячих (8,20 мг/кг).

Отримані дані свідчать про необхідність подальших досліджень з метою визначення рівня надходження селену з харчовими продуктами до організму людей, які мешкають на досліджуваних територіях.

Недостатність вмісту більшості вітамінів і мікроелементів у харчових продуктах обумовлена, насамперед, збідненням ґрунтів, забрудненням довкілля екотоксикантами, а також впроваджен-

ням різноманітних технологічних операцій при обробці сировини для подовження термінів зберігання, надання кращого товарного вигляду та ін., що знижує вміст мікронутрієнтів у готовому продукті.

**Висновки.** Вивчення мікроелементного складу продуктів харчування із застосуванням методів фізико-хімічного аналізу важливе для оцінки реального стану забезпеченості цими речовинами населення регіону, повноцінності харчових раціонів, розробки профілактичних та корекційних заходів щодо наявних порушень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Баранова О.В. Сопоставление расчетных (оценочных) и аналитических методов определения химических элементов в пищевом рационе студентов Оренбургской области / О.В. Баранова, С.В. Нотова // Микроэлементы в медицине. — 2005. — № 4. — С. 27–29.
2. Державна служба статистики України. Охорона здоров'я та демографія [Електронний ресурс] : — Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
3. Корзун В.Н. Теоретичні основи створення та вживання продуктів спеціального призначення / В.Н. Корзун // Довкілля та здоров'я. — 2009. — № 1. — С. 63–68.
4. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. — 2004. — 216 с.
5. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, микро- и макроэлементов, органических кислот и углеводов. Кн. II / под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. — М.: Агропромиздат, 1987. — 360 с.
6. Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination / WHO. — Geneva, 2001.
7. Changes in the mineral and trace element contents of cereal, fruits and vegetables in Finland / P. Ekholm [et al.] // J Food Comp Anal. — 2007. — № 20. — P. 487–495.
8. Research review trends of food analysis in Latvia: major and trace element content / Zane Vincevica-Gaile [et al.] // Environmental Geochemistry and Health. — 2013. — Volume 35, <http://link.springer.com/journal/10653/35/5/page/1>. — P. 693–703
9. Trace and Macro Elements Concentrations in Selected Fresh Fruits, Vegetables, Herbs, and Processed Foods in North Carolina, USA / T.F. Mehari [et al.] // Journal of Environmental Protection. — 2015. — № 6. — P. 573–583.
10. Zimmermann M.B. The impact of iron and selenium deficiencies on iodine and thyroid metabolism: biochemistry and relevance to public health / M.B. Zimmermann, J. Köhrle // Thyroid. — 2002. — № 12(10). — P. 867–878.

#### **Эколого-гигиенические аспекты оценки содержания эссенциальных микроэлементов в пищевых продуктах северных областей Украины**

Е.Д. Петренко

ГУ «Институт гигиены и медицинской экологии имени А.Н. Марзеева НАМН Украины», г. Киев, Украина

**Резюме.** В работе исследовано содержание йода, селена, меди, цинка и железа в пищевых продуктах из северных областей Украины. Установлено несоответствие полученных показателей данным таблиц химического состава пищевых продуктов. Изучение микроэлементного состава продуктов с применением методов физико-химического анализа важно для оценки реального состояния обеспеченности этими веществами населения, разработки профилактических и коррекционных мероприятий.

Ключевые слова: йод, селен, медь, цинк, железо, инверсионно-вольтамперометрический метод, питание населения.

#### **Ecological and hygienic aspects of the evaluation of the content of essential trace elements in food products from northern Ukraine**

O. Petrenko

State Institution "O.M. Marzeiev Institute for Hygiene and Medical Ecology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kiev, Ukraine

**Summary.** The study investigated iodine, selenium, copper, zinc and iron in food products from northern regions of Ukraine. It was established discrepancy between the results of laboratory tests and reference data of chemical composition of foods. The study of trace-element composition of foods by methods of physical-chemical analysis is important to assess the real state of provision of the population, the development of preventive and corrective measures.

Key words: iodine, selenium, copper, zinc, iron, inverse voltamperometric method, nutrition.

Надійшла до редакції 15.12.2015.