

Materials and methods. Physical and chemical, organoleptic, photometric, chromatographic, and statistical analysis methods were used.

Results. Threshold concentrations of benthiavalicarb-isopropyl were established according to organoleptic properties of water at the level of 0.06 mg/dm³ (limiting criteria – odor at 20° C), to general-sanitary index – 0.06 mg/dm³ (limiting criteria – influence on biochemical oxygen intake and nitrification processes) and to sanitary-toxicological index of hazard – 0.005 mg/dm³.

Conclusions. The maximum allowable concentrations (MAC) of benthiavalicarb-isopropyl in water on the level – 0,005 mg/dm³ were scientifically substantiated (limiting criteria of hazard – sanitary-toxicological).

Key words: *maximum allowable concentration, carbamate, water reservoirs.*

УДК 613.2

СТРАТЕГІЯ ОЦІНКИ БІОЛОГІЧНОЇ ПОВНОЦІННОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ЗА ВМІСТОМ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

¹С.Т. Омельчук, ¹М.В.Макаренко, ¹А.М.Гринзовський, ¹Є.М.Анісімов,
¹В.Д. Алексійчук, ²І.П. Козярін

¹ Національний медичний університет імені О.О.Богомольця,.

²Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика

Резюме. *Висвітлено сучасний стан досліджень в галузі забезпечення населення мікроелементами та негативного впливу деяких важких металів на організм людини.*

Метою роботи є оцінка стану наукових досліджень вмісту мікроелементів та важких металів у медицині, екології, тваринництві, ґрунтознавстві і розробка стратегії наукових досліджень забезпечення населення мікроелементами для розробки оптимальних раціонів харчування та вироблення оптимальної стратегії біофортificaції харчових продуктів.

Матеріали і методи. Використані інформаційно-пошукові системи. Проаналізовані вітчизняні та закордонні наукові джерела з медицини, дієтології, екології, ґрунтознавства.

Висновки. Аналіз наукових даних виявив відсутність систематизованої інформації щодо забезпечення населення мікроелементами в Україні. Стратегія проведення досліджень передбачає поділ зони дослідження на кілька регіонів та визначення мікроелементів у кожному з них у 40 групах харчових продуктів. Результати досліджень можуть бути використані для розробки оптимальних

раціонів харчування населення та методики оптимальної біофортифікації харчових продуктів для окремих регіонів та груп населення України.

Ключові слова: харчування, мікроелементи, важкі метали, оптимізація раціонів харчування, біофортифікація харчових продуктів.

Вступ. Мікроелементи мають важливе значення у раціоні харчування людини. До мікроелементів відносять елементи, частка яких в організмі складає від 0,001 до 0,000001%. Це цинк, йод, кобальт, хром, мідь та ін. Якщо концентрація елементів в організмі ще менше, то їх відносять до групи слідових елементів (тобто в організмі виявлені його сліди). Це селен, бор, срібло, золото та ін. [1]. Нестача або надлишок мікроелементів викликає захворювання. Фізіологічні норми споживання мікроелементів встановлені. Проте інформація щодо рівня забезпеченості мікроелементами населення України фрагментарна та неповна. Назріла необхідність проведення наукових досліджень з аналізу наявних результатів досліджень у цій галузі, розробки стратегії вивчення фактичного вмісту мікроелементів у продуктах харчування з урахуванням раціонів харчування населення України.

Метою роботи є оцінка стану наукових досліджень мікроелементів та важких металів у медицині, екології, тваринництві, ґрунтознавстві і розробка стратегії наукових досліджень щодо забезпечення населення мікроелементами для розробки оптимальних раціонів харчування та вироблення оптимальної стратегії біофортифікації харчових продуктів.

Матеріали і методи. Використані інформаційно-пошукові системи. Проаналізовані вітчизняні та закордонні наукові джерела з медицини, дієтології, екології, ґрунтознавства.

Результати та їх обговорення. Надходження в організм людини мікроелементів в значній мірі залежить від їх вмісту в ґрунтах, гірських породах та ґрунтових і поверхневих водах. Україна поділяється на ряд біогеохімічних провінцій. Забезпечення населення мікроелементами неоднорідне і залежить від геологічних умов біогеохімічних провінцій [2].

Алюміній завжди присутній в організмі людини і тварин. Але останнім часом його надходження в організм збільшилося. Одним з основних чинників цього є використання солей алюмінію для очистки питної води для коагуляції домішок. Органи-мішені для алюмінію - скелет та головний мозок (виникають остеомаляція, енцефалопатія, мікроцитарна анемія). У органах-мішенях цей мікроелемент накопичується в значних кількостях. Серед продуктів харчування найбільший вміст алюмінію виявлено у чорному чаї (900 мг / кг сухої маси), прянощах (170 мг / кг), зелені (155 мг/кг) і овочах (81 мг/кг); відносно багато його у фруктах (20 мг /кг сухої маси), білому м'ясі, рибі, молочних продуктах, хлібі, випічці. Їжа, багата на цукор, містить мало алюмінію (близько 10 мг/кг) [3].

Цинк необхідний для всіх життєвих процесів в організмі людини. Він входить до складу більш ніж 300 ферментів, бере участь у процесах росту, поділу і диференціювання клітин. Нестача цинку в організмі чоловіків призводить до алергічних захворювань, випадання волосся, хронічної втоми, безпліддя, імпотенції. Дефіцит цинку (гіпоцинкоз) природного походження поширений в Португалії, Ірані, Єгипті, Туреччині, Панамі і інших країнах. Рекомендований добовий рівень споживання цинку у Росії, США і країнах ЄС коливається від 7,2 до 15 мг. Для жителів Росії оптимальний рівень споживання цинку - 12 мг / день для дорослих і 4,6 мг / день для дітей, за умови, що 0,1 мг цинку надходить в організм з повітрям. [4]

У пацієнтів з низькорослістю встановлено суттєве зниження вмісту цинку, марганцю та хрому в плазмі крові незалежно від статі. У хлопчиків встановлено наявність низького вмісту селену та міді у плазмі крові. Зниження вмісту цинку у волоссі у дівчаток поєднувалось із суттєвим зниженням вмісту хрому. Найменший середній рівень цинку та міді у волоссі спостерігали у дітей з найбільшим відставанням у рості [5].

У 1985 році Hazell T. встановив, що основним джерелом легкозасвоюваного цинку є м'ясо тварин і птахів, риба [6].

Для якісного забезпечення населення України мікроелементами та вітамінами в Україні розроблена концепція державної програми "Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012-2016 роки. Концепція затверджена постановою НАН України №189 від 08.06.2011. Нажаль, програма не була профінансована і не виконувалась [7].

Україна в питаннях біофортифікації харчових продуктів відстає навіть від країн Центральної Азії, таких як Казахстан, Таджикистан, Афганістан, де реалізовано ряд міжнародних проектів зі збагачення мікроелементами борошна та харчової солі [8].

При розробці технології біофортифікації харчових продуктів необхідно вживати заходи для запобігання погіршення їх органолептичних властивостей, оскільки незадовільні органолептичні властивості призводять до відмови споживачів від таких продуктів та формування негативного відношення суспільства до біофортифікації харчових продуктів взагалі. Показовим тут є досвід Киргизії. У Киргизькій Республіці на початковому етапі збагачення пшеничного борошна залізом використовували сульфат заліза. Таке борошно мало неприємний запах. Хоча сульфат заліза більше не використовується, споживачі більш ніж десять років пам'ятають це борошно [8].

В Україні існує незбалансованість харчових раціонів населення. Одним з шляхів покращення і збалансування харчових раціонів може бути застосування державної фіскальної політики для певних груп харчових продуктів. Ефективність заходів щодо зниження споживання певних видів

продуктів за допомогою оподаткування підтверджується як теоретичними, так і практичними дослідженнями, при цьому самі по собі такі податки не призводять до значимих результатів з точки зору стану здоров'я населення. Оцінка введеного у Данії відповідного податку (скасований у 2013 році) підтвердила його ефективність у зниженні споживання насичених і ненасичених жирів [9].

Програми йодування солі реалізовані в більш ніж 140 країнах світу, 76% домогосподарств споживають йодовану сіль. У 83 країнах проводиться обов'язкове збагачення, як мінімум, одного з видів зернових культур. Згідно «Food Fortification Initiative and the Iodine Global Network» збагаченню піддається 1% промислово виробленого пшеничного борошна, споживання якого охоплює понад 2 млрд людей [10].

Населення, яке проживає у районах з дефіцитом йоду та хворіє на йоддефіцитні захворювання, може мати коефіцієнт розумового розвитку (IQ) на 13,5 пункта нижчий, ніж на порівнюваних територіях, де дефіциту йоду немає. Така розумова відсталість безпосередньо позначається на здатності дітей до навчання, здоров'ї жінок, якості життя суспільства та продуктивності економіки. З іншого боку, йоддефіцитні захворювання – одні з найбільш простих і дешевих в усуненні порушень, пов'язаних із нестачею споживаних речовин. Необхідно всього лише постійно додавати невелику кількість йоду у сіль, яку щоденно споживають люди. Запобігання виникнення йоддефіцитних захворювань має стати пріоритетом для урядів і міжнародних організацій [11].

Забезпечення людини мікроелементами досить непроста задача. Існують різні підходи. Один з них полягає в оцінці забезпечення мікроелементами за аналізом їх вмісту у волоссі людини. [12]

При розробці раціонів харчування, зазвичай, враховуються основний і енергетичний обміни та пов'язана з цим потреба у білках, жирах, вуглеводах та інших речовинах. Але відомо, що потреби організму в різних речовинах в значній мірі є індивідуальною ознакою, що залежить від багатьох факторів – стану ендокринної та травної системи, наявності хронічних хвороб, кліматичних умов тощо [13].

Визначення вмісту мікроелементів – досить складне аналітичне дослідження і необхідні спеціальні методи контролю для забезпечення достовірності і відтворюваності результатів вимірювань. Одним з таких методів є міжлабораторний контроль. Останнім часом міжлабораторний контроль проводиться і на міжнародному рівні. МАГАТЕ проводить інтеркалібрації, тобто створення аналітичної проби з наступним визначенням вмісту мікроелементів у декількох лабораторіях з різних країн з отриманням сертифікатів на аналітичну пробу [14].

При наявності слідових кількостей мікроелементів доводиться використовувати екстракцію органічними розчинниками та обробку зразків двочастотним ультразвуком [15].

Йод (I) і селен (Se) відносяться до групи з семи елементів (Fe, Ca, Mg, I, Se, Zn, Cu), дефіцит яких найбільш широко поширений серед жителів планети [16]. Обидва елементи є потужними імуномодуляторами, природними антиоксидантами, ефективно захищають організм від різного роду стресів. Вони необхідні для росту та нормальної роботи мозку і репродуктивної системи організму. За даними ВООЗ, близько 35% населення світу страждають від дефіциту йоду, а частка населення, що перебуває в групі ризику становить понад 1 млрд людей. Станом на 2003 рік дефіцит йоду відзначався у 54 країнах світу [17].

Ефективним шляхом профілактики захворювань щитоподібної залози є використання йоду у складі йодованої солі, причому у споживача повинен бути вибір використовувати йодовану сіль чи не збагачену йодом, оскільки сіль може використовуватися у значних концентраціях для соління різних продуктів, і у цих випадках споживання йоду може перевищити допустимі межі [18].

Перспективним є застосування комбінованих пробіотиків, збагачених мікроелементами. Пробиотичні препарати на основі лакто- та біфідобактерій, особливо у комплексі з життєво необхідними вітамінами, макро- і мікроелементами, з доведеною імунотропною активністю, клінічною ефективністю і безпечністю, а також вивченими механізмами дії є засобом вибору для профілактики і корекції мікробіоценозу та вторинної імунної недостатності, зокрема, для запобігання інфекцій органів дихання, алергічних та аутоімунних захворювань, а також пов'язаних з ними ускладнень.

Мікробна флора та імунна система знаходяться у постійному та дуже тісному взаємозв'язку, в процесі якого формуються індивідуальна мікроекологія організму і адекватна імунна відповідь. Приймати рішення щодо втручання у ці процеси слід обдуманно і обережно. Комбінація пробіотиків, вітамінів і мікроелементів забезпечує їх природну взаємодію (синергізм) в організмі для підтримання функції імунної системи. І хоча рівень наших знань про взаємодію вітамінів, мінералів, пробіотиків поки що подібний видимій частині айсберга, перспективи їх застосування у сучасній медицині беззаперечні [19].

Для підвищення якості молочних продуктів і вмісту в них цинку та мангану доцільно згодовувати коровам ці мікроелементи у формі хелатних комплексів мікроелементів з вітаміном E [20].

Недостатній рівень селену в мозку призводить до порушення функції і структури нейронів, наслідком якого є нейродегенерація, апоптоз і загибель нейронів [21].

Вивчається вплив мікроелементного статусу організму на фізичний розвиток людини. Ці дослідження показують наявність кореляційних

залежностей між цими показниками, але поки що дослідження не носять системного характеру [22].

Проблеми виявлення сукупної дії кількох токсикантів на даний час вирішена не до кінця. Якщо в екологічній науці враховуються сукупна дія кількох шкідливих факторів, то в наших нормативних документах сукупна дія кількох токсикантів не розглядається взагалі. Наприклад, встановлено, що різні важкі метали сумісно викликають більші негативні наслідки, ніж кожен з них окремо. Сукупний вплив важких металів з пірацетамом і гідазепамом може викликати більш значний нейротоксичний ефект, ніж кожен з агентів окремо, що робить небезпечним застосування подібного роду препаратів в регіонах з підвищеним вмістом важких металів [23].

Найбільшу небезпеку важкі метали становлять для людини, оскільки вона знаходиться на верхівці харчового ланцюжка, внаслідок чого отримує продукти, концентрація токсикантів в яких в 100-10000 разів вища, ніж у ґрунтах [24].

На прикладі дослідження елементного статусу населення, що проведено у Центральному федеральному окрузі Росії показано, що частота анемії у дітей має позитивний кореляційний зв'язок з вмістом у волоссі кадмію ($R = 0,48$). Ці дані узгоджуються з результатами ряду експериментальних і клінічних робіт та можуть відображати вплив кумуляції токсичного хімічного елемента Cd на кровотворення. Частота захворювань нервової системи у населення Центрального федерального округу корелює з вмістом в волоссі As ($r = 0,57$) і Hg ($r = 0,69$). Роль порушення обміну As в патогенезі багатьох захворювань нервової системи, особливо нейродегенеративних, нервово-м'язових, нейросенсорних розладів описана в літературі, тому виявлений взаємозв'язок є зрозумілим. Захворюваність хворобами периферичної нервової системи зростає в міру накопичення в організмі дорослих Sn ($r = 0,49$), а у дітей – As ($R = 0,49$). При контакті з Sn на виробництві описані випадки полінейропатій. У дітей з надлишком As виявляється погіршення слуху. Частота пневмоній підвищується в міру накопичення у волоссі Be ($r = 0,56$, все населення, $r = 0,48$, дорослі) [25].

Одну із спроб систематизації даних про вміст валових форм та доступних форм мікроелементів у ґрунтах України за більш як десять років здійснив ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського». Складено карти вмісту кобальту нікелю та хрому у різних ґрунтах. Особливістю цього дослідження є використання архівних матеріалів за тривалий проміжок часу. Тому результати систематизації даних не в повній мірі відображають сучасний стан забезпеченості ґрунтів мікроелементами [26]. Забезпеченість рослин мікроелементами не завжди співпадає з вмістом мікроелементів у ґрунті. Це пов'язано з тим, що в ґрунті проходять процеси ретроградації, особливо у карбонатних ґрунтах, а залізо недоступне для рослин на сильно кислих ґрунтах.

Одне з систематичних досліджень забезпеченості населення макро- та мікроелементами виконане у Москві АНО “Центр биотической медицины”. Було досліджено 150 зразків питної води та 683 зразка харчових продуктів що входять у споживчий кошик. Виявлено дефіцит кальцію у 91% раціонів харчування, магнію – у 35%, заліза – у 34%, цинку – у 25% та надмірне споживання нікелю у 18%. Це свідчить про актуальність проблеми оцінки забезпеченості населення макро- та мікроелементами [27].

Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І.Медведя провів дослідження забезпеченості мікроелементами населення України у 1990-2010 роках. Ці дослідження ґрунтуються на статистичних даних Держкомітету статистики України. Виявлено, що харчові раціони населення України характеризуються настанчею марганцю, міді, цинку та заліза для жінок (при достатньому вмісті молібдену і нікелю). Такі дослідження можуть не в повній мірі відбивати ситуацію через обмеженість статистичних даних по споживанню продуктів харчування та великий обсяг тіньового ринку [28].

В контексті європейського досвіду здійснення державної земельної політики деякі напрями земельної реформи в Україні не наближають, а, навпаки, віддаляють нас від стандартів ЄС у сфері використання та охорони земель, а відповідно і якості харчування та безпеки життя її громадян. [29].

Питання ускладнюється тим, що з кожним роком зменшується у ґрунтах та відповідно у сільськогосподарській продукції вміст мікроелементів, амінокислот тощо. Причини полягають у тому шляху розвитку сільського господарства, яким йшли і йдуть країни ЄС, Північної Америки, а в останні десятиріччя і багато країн, які розвиваються. Цей шлях – нарощування врожайності культур і продуктивності тварин за рахунок збільшення внесення мінеральних добрив, застосування пестицидів, досягнень селекції, вдосконалення годівлі худоби та птахів [30].

На вміст мікроелементів у ґрунтах впливає багато факторів і цей вплив досить складний. Наприклад, паводок може збільшувати в алювіальних ґрунтах вміст частини мікроелементів, не змінювати або зменшувати вміст інших мікроелементів [31].

При проведенні досліджень важливо порівняти сучасний середній вміст мікроелементів у харчових продуктах з даними, які наведені у літературі. Це дозволить оцінити динаміку вмісту мікроелементів у харчових продуктах та провести його прогнозування шляхом математичного моделювання [32].

Стратегія управління якістю продуктів харчування в частині забезпечення населення мікроелементами в Україні має свої особливості. Ознайомившись з сучасним станом оцінки і моніторингу харчування жителів України можна зробити висновок, що, не зважаючи на значний обсяг досліджень у цій сфері,

ми фактично, не маємо загальної систематизованої інформації про стан і повноцінність харчування населення України. Ситуація, як показує аналіз наукових джерел, у цій галузі значно гірша, ніж в інших країнах. Це пояснюється як складністю так і значними затратами для виконання таких досліджень та відсутністю достатнього державного фінансування.

Розглянемо основні принципи такого моніторингу на прикладі забезпечення оптимального вмісту мікроелементів у продуктах харчування. Сучасні тенденції полягають у ретельному контролі якості та безпечності харчових продуктів на всіх етапах їх виробництва – від вибору полів для вирощування сільськогосподарської продукції до контролю умов зберігання та реалізації готових до вживання харчових продуктів. На цьому, зокрема, побудована система НАССР. Також цій меті слугують системи сертифікації сільськогосподарського виробництва у країнах ЄС, системи сертифікації органічної продукції тощо.

Концептуальну сутність такого підходу в Україні визначимо для мінеральних добрив. Центральні органи виконавчої влади у сфері контролю агрохімікатів та пестицидів фактично не можуть контролювати наявність у добривах металів з токсичною дією на організм людини та довкілля через слабо розвинену нормативну базу. В Україну завозили фосфорити з африканських країн з великим вмістом важких металів та радіонуклідів, що сприяло забрудненню ґрунтів. Центр превентивної токсикології розробив технічні умови на імпорту сировину для виробництва фосфорних добрив, які легко можна обійти, затвердивши інші технічні умови на конкретні добрива. В цілому, в Україні не нормується вміст шкідливих речовин у добривах.

Моніторинг ґрунтів налагоджений дещо краще але все одно знаходиться на незадовільному рівні. Такий моніторинг проводять Держгеокадастр, Держохоронродючість та, в окремих випадках, наукові установи і Державна екологічна інспекція. Повноваження розпорошені по різних відомствах. Значна частина стандартів та іншої нормативної бази відмінена у рамках реформ, які пов'язані з євроінтеграцією. У випадках виявлення псування ґрунтів та їх забруднення, винні особи, зазвичай, не несуть покарання.

Моніторинг продукції рослинництва також є слабким через добровільність сертифікації та значний обсяг тіньового ринку. Ми маємо лише фрагментарні уявлення про фактичний стан якості харчових продуктів і забезпечення населення мікроелементами, зокрема.

Для вирішення проблеми необхідно розробити стратегію та провести планування досліджень. Перш за все, постають питання раціонів харчування для яких буде оцінюватись біологічна повноцінність продуктів. Враховуючи, що раціони у різні пори року значно відрізняються через присутність свіжих овочів, фруктів та ягід, зміну продуктивності молочних тварин та несучості

курей, доцільно працювати з раціонами з урахуванням середньорічних показників споживання продуктів. Важливо забезпечити біологічну повноцінність раціону з урахуванням мінімальних фізіологічних потреб. Це робить доцільним використання у розрахунках наборів продуктів для різних груп населення зі споживчого кошику прожиткового мінімуму затвердженого постановою Кабінету міністрів [33]. Можливість оцінки забезпечення населення мікроелементами ускладнюється відсутністю систематизованих даних по вмісту мікроелементів та їх доступності у харчових продуктах, продукції рослинництва та ґрунтах. Отже, основну увагу слід приділити оцінці вмісту мікроелементів у харчових продуктах, які фактично споживає населення.

Можливі різні підходи до систематизації таких даних:

- виділення зон згідно природно-кліматичного та ґрунтового районування території України та проведення досліджень з подальшою класифікацією у межах природно-кліматичних та ґрунтових відмінностей. Основним недоліком такого підходу є те, що у зв'язку з розвитком транспорту та глобалізацією місця отримання сільськогосподарської продукції і її споживання не співпадають. Тому такий підхід можна рекомендувати лише для сільського населення окремих районів, яке споживає переважно продукти місцевого походження;

- відбір зразків продуктів для дослідження за географічним принципом з урахуванням соціально-економічних особливостей регіонів.

При проведенні досліджень доцільно відбирати зразки продуктів, які входять у склад споживчого кошика прожиткового мінімуму окремо для кожної області України. Для отримання великої вибірки і статистичних обрахунків оптимальною є вибірка з 30 зразків. Слід звернути увагу на необхідність швидкої доставки зразків до лабораторії для отримання достовірних результатів. Особливості підготовки проб для визначення мікроелементів пов'язані з гетерогенністю рослинних і тваринних продуктів, що актуально як для різних рослин та тварин, так і для різних частин досліджуваних зразків. Одним із методів гомогенізації може бути застосування кульового млина. Переведення мікроелементів у розчинну форму найбільш ефективно проводити методом мікрохвильового озолення. Слід враховувати, що ступінь мінералізації мікроелементів при застосуванні даного метода, дещо вищий ніж у традиційних методів.

Набір продуктів включає в себе близько 40 груп продуктів. При дослідженні 30 зразків з кожної групи для кожного регіону необхідно дослідити 1200 зразків. При виборі кількості регіонів можна виділити 8-10 регіонів з умовами, що суттєво відрізняються. Таким чином повномасштабне дослідження потребує дослідження 10-12 тис. зразків, що потребує значних

затрат праці. Тому доцільно після проведення досліджень у одному з регіонів визначити статистичні характеристики виборок та встановити їх оптимальний розмір.

Дефіцит поживних мікроелементів у Доповіді ВООЗ за 2002 рік визначений для України за трьома головними факторами ризику, а саме, дефіцит заліза, вітаміну А та цинку [31]. Приблизний відсоток населення, яке зазнає ризику дефіциту цинку складає 15,8 %. Рекомендована добова норма споживання цинку для чоловіків з масою тіла 65 кг складає від 13 до 19 мг/добу в залежності від типу харчування [32].

Висновки

Аналіз наукових даних виявив відсутність систематизованої інформації щодо забезпечення населення мікроелементами в Україні. Стратегія проведення досліджень передбачає поділ зони дослідження на кілька регіонів та визначення мікроелементів у кожному з них у 40 групах харчових продуктів. Вибір груп продуктів обумовлений раціоном споживчого кошику прожиткового мінімуму. Результати досліджень зможуть бути використані для розробки оптимальних раціонів харчування населення та методики оптимальної біофортифікації харчових продуктів для окремих регіонів та груп населення.

Література

1. Химические элементы в организме человека /Справочные материалы под. общ. ред. Л.В. Морзовой. – Архангельск: Поморский гос. ун-т им. Ломоносова, 2001. – 44 с.
2. Загальні аспекти засвоєння, обміну мікроелементів та їх вплив на здоров'я людей / В. І.Малюк, М. В. Кришталь, Г. Г. Репецька, М. В. Макаренко // Медико-гідрогеохімічні чинники геологічного середовища України / В. І.Малюк, М. В. Кришталь, Г. Г. Репецька, М. В. Макаренко. – Київ-Чернівці: Букрек, 2015. – С. 409–447.
3. Биологическое значение алюминия в пищевых цепях животных и человека: потребление, усвоение баланс и предельные концентрации / М.Анке, М. Мюллер, Й. Церулл, У. Шефер. // Микроэлементы в медицине. – 2010. – №1. – С. 1–16.
4. Сальникова Е. В. Потребность человека в цинке и его источники (обзор). // Микроэлементы в медицине. – 2017. – №4. – С. 11–15.
5. Пахомова В. Г. Вміст мікроелементів при різних формах затримки росту та шляхи корекції виявлених порушень: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.14 “Ендокринологія”/Пахомова В. Г. – Київ, 2016. – 24 с.
6. Hazell T. Minerals in foods: dietary sources, chemical forms, interactions, bioavailability / Hazell. // World Rev Nutr Diet. – 1985. – Vol. 46. – P. 1–123.

7. Постанова № 189 від 08.06.2011 Президії НАН України Про схвалення проекту Концепції Державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012–2016 роки» [Електронний ресурс]. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2011/regulations/OpenDocs/1>.
8. USAID. Програми по обогащению пищевых продуктов в республиках Центральной Азии: Извлечённые уроки [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.gainhealth.org/wp-content/uploads/2014/07/Summary-of-Lessons-Learned-in-the-Central-Asia-Republics-RUS.pdf>.
9. Европа и Центральная Азия. Региональный обзор продовольственной безопасности. Изменение положения дел с продовольственной безопасностью. Продовольственная сельскохозяйственная организация объединённых наций. – Будапешт, 2017. – 60 с.
10. Regulatory monitoring of fortified foods: identifying barriers and good practices / C. L.13. Luthringer, L. A. Rowe, M. Vossenaar, G. S. Garrett. // *Glob Health Sci Pract.* – 2015. – №3. – P. 446–461.
11. Оцінювання йододефіцитних захворювань та моніторинг їх усунення: Посібник для керівників програм. – 3-є видання – Київ: К.І.С., 2008. – 140 с.
12. Луговая Е. А. Подходы к оценке микроэлементного статуса организма человека / Е. А. Луговая, Е. М. Степанова, А. П. Горбачев. // *Микроэлементы в медицине.* – 2016. – №2. – С. 10–17.
13. Скальный А.В. Методы исследования элементного состава организма: теоретические и прикладные аспекты/ А.В. Скальный, М.Г.Скальная, Е.В.Лакарова та ін. // *Микроэлементы в медицине.* – 2012. – №3. – С. 14–18.
14. Сыроешкин А. В. Результаты многолетних интеркалибраций в системе МАГАТЭ / А. В. Сыроешкин, И. С. Матвеева, Г. Н. Чиквиладзе. // *Микроэлементы в медицине.* – 2011. – №1. – С. 11–14.
15. Марченко І. Л. Визначення мікроелементів свинцю, міді та кадмію у розсолах з використанням двочастотної дії ультразвуку / І. Л. Марченко, О. М. Басланов, Є. І. Євграфова // *Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки* / І. Л. Марченко, О. М. Басланов, Є. І. Євграфова., 2008. – Вип. 16. – С. 85–89.
16. White P. J. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets: iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine / P. J. White, M. R. Broadley. // *New Phytol.* – 2009. – №182. – С. 49–84.
17. Голубкина Н. А. Перспективы обогащения сельскохозяйственных растений йодом и селеном / Н. А. Голубкина, Е. Г. Кекина, С. М. Надежкин. / *Микроэлементы в медицине.* – 2016. – №3. – С. 12–19.
18. Коденцова В. М. Анализ отечественного и международного опыта использования обогащенных микроэлементами пищевых продуктов и

йодированной соли / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Д. В. Рисник. // Микроэлементы в медицине. – 2016. – №4. – С. 3–20.

19. Зайков С. В. Імунотропні властивості пробіотиків, вітамінів та мікроелементів // Клінічна імунологія. Алергологія. – 2015. – №3-4. – С. 21–28.

20. Якість і безпечність молока тварин за використання мікроелементів та вітаміну Е / М. М. Долгая, С. В. Богороденко, Ю. О. Ярьоменко, І. О. Полева // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Частина 1 / М. М. Долгая, С. В. Богороденко, Ю. О. Ярьоменко, І. О. Полева. – Миколаїв, 2016. – С. 93–101.

21. Роль селена в многофакторном этиопатогенезе ишемического инсульта / [Л. Л. Клименко, А. В. Скальный, А. А. Турна та ін.]. // Микроэлементы в медицине. – 2016. – №4. – С. 28-35.

22. Зайцева И. П. Зависимость показателей физического развития и функциональной подготовленности от элементного статуса организма / И. П. Зайцева, А. Р. Грабеклис, В. Ю. Детков. // Микроэлементы в медицине. – 2017. – №4. – С. 16–20.

23. Тяжелые металлы: совместное воздействие с другими химическими агентами на центральную нервную систему / А. Н. Иноземцев, О. В. Карпухина, С. Б. Бокиева, К. З. Гумаргалиева. // Микроэлементы в медицине. – 2016. – №3. – С. 20–28.

24. Черных Н. А. Экоотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами / Н. А. Черных, Н. З. Милащенко, В. Ф. Ладонин – Пуццино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. – С. 145.

25. Скальный А. В. Связь элементного статуса населения Центрального федерального округа с заболеваемостью. Часть 1. Токсичные химические элементы Al, As, Be, Cd, Hg, Pb, Sn / А. В. Скальный, А. Р. Грабеклис, В. А. Демидов. // Микроэлементы в медицине. – 2013. – №1. – С. 23–26.

26. Еколого-геохімічні дослідження вмісту різних форм Co, Ni, Cr в ґрунтах різного генезису в Україні / [В. Самохвалова, А. Фатєєв, Є. Лучникова та ін.] // Вісник Львівського університету / [В. Самохвалова, А. Фатєєв, Є. Лучникова та ін.]. – Львів, 2012. – (Серія біологічна; вип. 60). – С. 171–181.

27. Скальная М. Г. Макро и микроэлементы в питании жителей Москвы / М. Г. Скальная. // Микроэлементы в медицине. – 2014. – №3. – С. 18–24.

28. Смоляр В. І. Про вміст мікроелементів у харчових раціонах жителів незалежної України / В. І. Смоляр, Г. І. Петрашенко, О. В. Голохова. // Проблеми харчування. – 2013. – №1. – С. 27–28.

29. Зось-Кіор М. В. Адаптація системи управління земельними ресурсами аграрних виробників до міжнародних стандартів в інтересах споживачів / М. В. Зось-Кіор // Економічний простір / М. В. Зось-Кіор. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2012. – (Збірник наукових праць). – С. 58–67.

30. Нелеп В. М. Земля України і здоров'я нації / В. М. Нелеп, Л. В. Бойко. // Економіка АПК. – 2011. – №1. – С. 20–27.

31. Мартынов А.В. Влияние паводка на содержание микроэлементов в аллювиальных почвах поймы среднего течения р. Амур // Регионы нового освоения: современное состояние природных комплексов и вопросы их охраны: Сб. материалов Рос. конф. с междунар. участием (Хабаровск, 11–14 окт. 2015 г.). – Хабаровск, 2015. – С. 190–192.

32. Петровский К. С. Гигиена питания / К. С. Петровский, В. Д. Ванханен. – М.: Медицина, 1982. – 528 с.

33. Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення. [Електронний ресурс] // Постанова Кабінету міністрів України від 11 жовтня 2016 року №780. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/780-2016-%D0%BF/page>.

34. Способы пробоподготовки почвы, донных отложений и твердых отходов для атомно-абсорбционного определения тяжелых металлов / [В. И. Сафарова, Г. Ф. Шайдулина, Т. Н. Михеева та ін.]. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2010. – Т. 76. – № 2. – С. 10–14.

35. Micronutrient deficiencies and gender: social and economic costs / [I. Darnton-Hill, P. Webb, P. Harvey та ін.] // The American Journal of Clinical Nutrition. – 2005. – Vol. 81. – P. 1198–1205.

36. Hotz C. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control / C. Hotz, K. H. Brown // International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) Technical Document №1, Food and Nutrition Bulletin / C. Hotz, K. H. Brown., 2004. – Vol. 25. – № 1 (suppl. 2). – P. 91 – 202.

СТРАТЕГИЯ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

С.Т. Омельчук, М.В.Макаренко,А.М.Гринзовский, Е.М.Анисимов, В.Д. Алексейчук, И.П. Козярин

Резюме. Освещено современное состояние исследований обеспечения населения микроэлементами и негативного влияния некоторых тяжелых металлов на организм человека. Целью работы является оценка состояния научных исследований содержания микроэлементов и тяжелых металлов в медицине, экологии, животноводстве, почвоведении и разработка стратегии научных исследований обеспечения населения микроэлементами для разработки оптимальных рационов питания и выработки оптимальной стратегии биофортификации пищевых продуктов. Материалы и методы. Используются информационно-поисковые системы. Проанализированы отечественные и зарубежные научные источники по медицине, диетологии, экологии, почвоведению.

Выводы. Анализ научных данных выявил отсутствие систематизированной информации по обеспечению населения микроэлементами в Украине. Стратегия проведения исследований предусматривает разделение зоны исследований на несколько регионов и определение микроэлементов в каждом из них в 40 группах пищевых продуктов. Результаты исследований могут быть использованы для разработки оптимальных рационов питания населения и методики оптимальной биофортификации пищевых продуктов для отдельных регионов и групп населения Украины.

Ключевые слова: *питание, микроэлементы, тяжелые металлы, оптимизация рационов питания, биофортификация пищевых продуктов.*

STRATEGY OF EVALUATION OF BIOLOGICAL COMPATIBILITY OF FOOD PRODUCTS BY THE COMPOSITION OF MICROELEMENTS

S. Omelchuk, M. Makarenko, A. Grinzovskiy, E. Anisimov, V. Aleksiychuk, I. Koziarin

Summary. *The current state of research in the field of population maintenance of microelements and negative influence of some heavy metals on the human body are highlighted.*

The aim of the work is to assess the state of scientific research on the content of trace elements and heavy metals in medicine, ecology, livestock, soil science and the development of a research strategy for providing population with microelements to develop optimal dietary rations and to develop an optimal strategy for the bioformation of food products.

Materials and methods. Used information retrieval systems. The domestic and foreign scientific sources on medicine, dietetics, ecology, soil science are analyzed.

Conclusions The analysis of scientific data revealed the lack of systematic information on the provision of population with microelements in Ukraine. The research strategy involves the division of the research area into several regions and the identification of the trace elements in each of them in 40 groups of food products. The results of research can be used to develop the best diets of the population and the method of optimal food biomorphization for selected regions and groups of the population of Ukraine.

Key words: *nutrition, microelements, heavy metals, optimization of dietary rations, bioformification of food products.*