

ZINC CITRATE, OBTAINED ON THE BASIS OF AQUANANOTECHNOLOGY: CHEMICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS (Assessment of chemical pure and biological availability)

Gulich M.P., Yemchenko N.L., Tomashevskaya L.A., Kaplunenko V.G., Yermolenko V.P., Kosinov M.V., Kharchenko O.O., Moiseenko I.Ye., Yashchenko O.V.

ЦИТРАТ ЦИНКУ, ОТРИМАНИЙ ЗА АКВАНАНОТЕХНОЛОГІЄЮ: ХІМІЧНА ТА БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА (оцінка хімічної чистоти та біологічної доступності)

**ГУЛІЧ М.П., ЄМЧЕНКО Н.Л.,
ТОМАШЕВСЬКА Л.А.,
КАПЛУНЕНКО В.Г.,
ЄРМОЛЕНКО В.П.,
КОСІНОВ М.В.,
ХАРЧЕНКО О.О.,
МОІСЕЄНКО І.Є.,
ЯЩЕНКО О.В.**

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України", ТОВ "Наноматеріали та нанотехнології", м. Київ

УДК 613.2:661.8:544.773

Ключові слова:
аквананотехнологія,
біогенні метали,
карбоксилати, цитрат
цинку, методичні підходи,
хімічна чистота,
біодоступність.

Дефіцит мікронутрієнтів (мінеральних речовин і вітамінів) у харчуванні населення загрожує стати катастрофою XXI століття [1].

Повністю збалансувати макро- і мікроелементний склад раціону харчування сучасної людини тільки за рахунок споживання натуральних харчових продуктів неможливо [2]. Найбільш перспективним напрямом у вирішенні проблеми ліквідації цього дефіциту є збагачення макро- і мікроелементами продуктів харчування щоденного споживання [3].

При цьому необхідно дотримуватися закону біотичної адекватності харчування, який полягає у тому, що їжа як елемент навколишнього середовища має бути біотичною, тобто нешкідливою і не вносити до внутрішнього середовища організму ксенобіотики хімічного і біологічного походження [4]. До числа проблем, що вимагатимуть грамотного науково обґрунтованого вирішення при розробці і виробництві збагачених продуктів належить і вибір фізико-хімічних форм мікронутрієнтів [5].

До цього часу збагачення харчових продуктів мікроелементами здійснювалося за ра-

хунок солей неорганічних кислот. Проте вони, через свою малу біологічну доступність, засвоюються організмом лише у незначній кількості. Нині у цьому питанні надається перевага органічним формам мікро- і макроелементів, засвоюваність яких організмом вища на порядок [6, 7].

Перспективним напрямком у вирішенні цієї проблеми є збагачення продуктів харчування мікроелементами у вигляді цитратів — солей лимонної кислоти, які синтезуються в організмі людини і беруть участь у циклі Кребса.

Цитрати біометалів безпечні, більше того, вони проявляють антиоксидантну і радіопротекторну дію, позитивно впливають на серцево-судинну та імунну системи організму, тому ці сполуки найбільш повно відповідають вимогам, які пред'являють до інгредієнтів у складі продуктів харчування [8]. Мінеральні речовини у вигляді цитратів дозволені до використання у харчових продуктах, у тому числі продуктах дитячого харчування [9].

Цитрати металів, отримані класичними методами, не завжди відповідають вимогам чистоти щодо харчових інгредієн-

ЦИТРАТ ЦИНКА, ПОЛУЧЕННИЙ ПО АКВАНАНОТЕХНОЛОГІИ: ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

(оценка химической чистоты и биологической доступности)

Гулич М.П., Емченко Н.Л., Томашевская Л.А., Каплуненко В.Г., Ермоленко В.П., Косинов М.В., Харченко О.О., Моисеенко И.Е., Ященко О.В.

Рассмотрен вопрос применения карбоксилатов биогенных металлов, полученных по инновационной аквананотехнологии, для обогащения пищевых продуктов минеральными веществами. Предложены методические

подходы к изучению химической и биологической характеристик цитрата цинка, полученного по этой технологии. Приведены результаты сравнительного анализа химической чистоты и биодоступности цитрата цинка и неорганических соединений цинка. Сделан вывод о перспективности использования цитрата цинка, полученного по аквананотехнологии, для обогащения пищевых продуктов цинком.

Ключевые слова: аквананотехнология, биогенные металлы, карбоксилаты, цитрат цинка, методические подходы, химическая чистота, биодоступность.

© Гулич М.П., Ємченко Н.Л., Томашевська Л.А., Каплуненко В.Г., Єрмоленко В.П., Косінов М.В., Харченко О.О., Моїсеєнко І.Є., Ященко О.В. СТАТТЯ, 2011.

ZINK CITRATE, OBTAINED ON THE BASIS OF AQUANANOTECHNOLOGY: CHEMICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS (Assessment of chemical pure and biological availability)
Gulich M.P., Yemchenko N.L., Tomashevskaya L.A., Kaplunenko V.G., Yermolenko V.P., Kosinov M.V., Kharchenko O.O., Moiseienko I.Ye., Yashchenko O.V.

Issue on the use of carboxylates of biogenic metals for the enrichment of the foodstuffs with mineral products on the basis of the innovative aquananotechnology was considered. Methodical

approaches for the study of chemical and biological characteristics of zink citrate, obtained by this technology, were suggested. The results of the comparative analysis of chemical pure and biological availability of zink citrate and inorganic zink compounds were presented. A conclusion about the perspectiveness of use of zink citrate, obtained by aquananotechnologies, for the enrichment of the foodstuffs with the zink was made.

Keywords: aquananotechnology, biogenic metals, carboxylates, zink citrate, methodical approaches, chemical pure, bioavailability.

тів, а технології їх отримання трудомісткі і дорогі. Розроблено методи синтезу цитратів натрію, калію, кальцію, магнію і заліза [8]. Але у цьому переліку відсутній цитрат одного з найважливіших для життєдіяльності організму людини елемента — цинку.

Реальні перспективи кардинального вирішення проблеми ліквідації дефіциту мікроелементів у харчуванні населення шляхом збагачення продуктів харчування за рахунок карбоксилатів харчових кислот біогенних металів з'явилися у результаті інтенсивного розвитку нанотехнологій за останні роки. Досягнення нанотехнологій дають можливість синтезувати такі хімічні сполуки, отримання яких за допомогою класичних хімічних реакцій або взагалі неможливе, або проблематичне.

Так, авторами даної роботи створено пріоритетний напрямок у нанотехнології, за допомогою якого отримані карбоксилати харчових кислот навіть таких низькорекційних благородних металів, як золото і срібло (цитрати, сукцинати і ас-

корбати срібла і золота) і надчисті карбоксилати основних харчових кислот біогенних металів (цинку, магнію, марганцю, заліза, міді, кобальту, молібдену) [10-13].

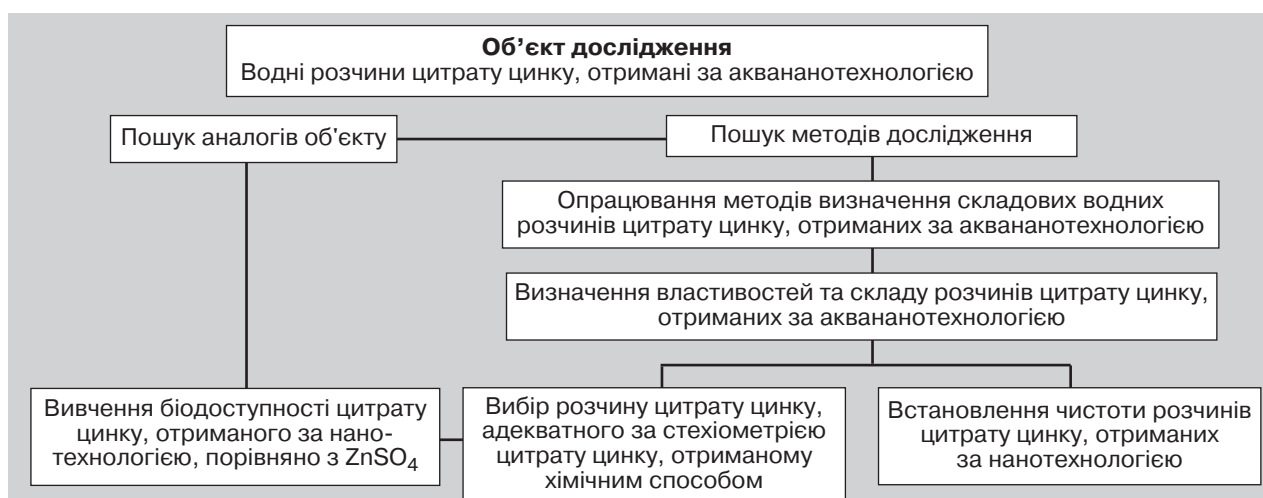
Отримують вказані карбоксилати у два етапи. На першому етапі отримують водний колоїдний розчин наночастинок мікроелементів диспергуванням високоочищених гранул відповідних металів імпульсами електричного струму у деіонізованій воді [10]. На другому етапі отримують власне карбоксилати біогенних металів за реакцією прямої взаємодії високохімічноактивних наночастинок з харчовою карбоною кислотою. Оскільки до числа реагентів не входять жодні інші речовини, а наночастинок беруть участь у хімічній реакції утворення солей карбонових кислот, у результаті утворюються продукти високої хімічної чистоти і, що особливо важливо, вони вже не містять реакційноздатних наночастинок [11-13]. Збагачення харчових продуктів мікроелементами саме у вигляді сполук — карбоксилатів

харчових кислот, а не вільних наночастинок цих металів — знімає одну з дуже важливих і, на нашу думку, цілком обґрунтованих проблем, яка активно дискутується. Це проблема можливих ризиків для здоров'я людей використання у продуктах харчування високореакційноздатних і малоконтрольованих наночастинок, властивості яких постійно міняються з часом і зміною середовища.

Наведений спосіб отримання цитратів металів більш дешевий, ніж хімічний і дозволяє вийти на промислові обсяги виробництва. При цьому необхідно розуміти, що за аквананотехнологією отримується розчин цитратів. Це зовсім новий, незвичний для аналітиків, гігієністів і технологів об'єкт. Так, отримані розчини не мають постійного складу (стехіометрії): можуть містити як надлишок лимонної кислоти, так і надлишок металу. Концентрація їх варіює у досить широких межах залежно від параметрів фізичного процесу. Тобто отримані сполуки цитратами можна назвати тільки умовно. Мето-

Рисунок

Алгоритм дослідження цитрату цинку

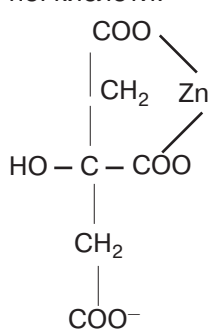


дологія досліджень такого роду об'єктів практично не розроблена.

Тому ми поставили перед собою мету відпрацювати методичні підходи дослідження розчину цитрату цинку, отриманого за аквананотехнологією, та дослідити його хімічну чистоту і біодоступність.

Об'єктом дослідження були розчини цитрату цинку, отримані за аквананотехнологією, та сульфат цинку.

За аналог об'єкту прийняли комплексну сполуку $[ZnCit]^-$ [14], яка утворюється при розчиненні цитрату цинку $Zn_3(Cit)_2 \cdot H_2O$ у воді і при $pH \leq 8,6$ має вигляд одноосновної кислоти:



Оскільки стехіометрія отриманої за аквананотехнологією сполуки не є сталою, необхідно було обрати методи її встановлення у кожному конкретному випадку, а саме: методи визначення складників розчинів цинку і лимонної кислоти.

Розроблений нами алгоритм дослідження представлено на рисунку.

Враховуючи те, що розчини цитрату цинку отримані за аквананотехнологією, досить концентровані (1-20 г/дм³), для визначення у них цинку нами обрано дешевий, доступний і експресний метод комплекснометричного титрування. Титрування цинку здійснювали етилендіамінтетраоцтовою кислотою (вона ж комплексон, вона ж трилон Б) у присутності металохромних індикаторів.

Проведено також визначення цинку у цих зразках методом інверсійної вольтамперометрії на вольтамперометричному аналізаторі АВА-1.

Фоновий розчин — 8 см³ 0,05 н НСІ, 2 см³ КNO₃ 1 М, 1 крапля Hg(NO₃) 10 г/дм³ + 1 крапля Ga(NO₃) 0,001 М. Результати проведених досліджень наведено у таблиці 1.

Для визначення лимонної кислоти в якості базового методу нами прийнято метод високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ). Визначення проводили на рідинному хроматографі Agilent Technologies-

1200 з УФ-детектором. Умови визначення: довжина хвилі (λ) 210 нм; колонка SB-C18; 150 мм x 4,6 мм x 5 р.к.м., $t_{\text{кол.}} = 35^\circ\text{C}$, $F_{\text{low}} = 1,0$ мл/хв.

Стандарт — харчова лимонна кислота. Рухомі фази: 99% — 20 мМКН₂РO₄, 1% — ацетонітрил. Вихід піку на 3,4 хв.

Більш простим, але цілком прийнятним виявився метод титрування лимонної кислоти за реакцією нейтралізації. Результати визначення лимонної кислоти наведено у таблиці 2.

Після визначення вмісту у досліджуваних розчинах цинку і лимонної кислоти можна оцінити їх фактичне вагове співвідношення та співставити його з теоретичною величиною (розрахованою для звичайного

отриманого шляхом неорганічного синтезу цитрату цього металу). У такому цитраті цинку вагові співвідношення між цитратом і металом обчислюються як відношення молекулярної маси цитрату до атомної маси цинку і будуть такими: 190:13:65,37 або 2,93 : 1:~(3:1).

Фактичні результати визначення вагових співвідношень компонентів досліджуваних розчинів наведено у таблиці 3. Слід відзначити, що вміст цинку і лимонної кислоти брався як середній результат, отриманий двома методами.

Дані, наведені у таблиці, свідчать, що жоден з дослідних розчинів 1-ї серії не відповідає стехіометрії комплексної сполуки цитрату цинку. У розчинах

Таблиця 1

Результати визначення цинку у розчинах лимонної кислоти, отриманих за аквананотехнологією

№ серії	Зразок розчину цитрату цинку	Вміст цинку, г/дм ³		Розбіжність результатів, %	рН розчинів
		Комплексонометрія	Інверсійна вольтамперометрія		
1	Zn ₁	0,72	0,96	28,57	2,89
	Zn ₂	11,11	16,00	36,09	2,98
	Zn ₃	12,58	11,65	7,68	2,85
	Zn ₄	5,20	5,60	7,40	5,45
	Zn ₅	2,28	3,40	39,13	
2	Zn № 1	2,83	3,10	9,11	3,55
	Zn № 2	5,7	5,50	3,57	3,86
	Zn № 3	1,32	1,33	0,75	3,57

Таблиця 2

Результати визначення лимонної кислоти у розчинах цитрату цинку, отриманих за аквананотехнологією

№ серії	Зразок	Концентрація лимонної кислоти, г/дм ³		Розбіжність між методами, %	рН розчинів
		Метод ВЕРХ	Титриметричний метод з перерахунком		
1	Zn ₁	24,79	25,77	0,98	2,89
	Zn ₂	72,86	74,09	1,23	2,98
	Zn ₃	78,59	89,02	0,43	2,85
	Zn ₄	12,85	13,25	0,40	5,45
2	Zn № 1	12,69	12,10	0,59	3,55
	Zn № 2	18,73	19,65	0,92	3,86
	Zn № 3	6,08	6,16	0,08	1,31

Таблиця 3

Результати хімічного аналізу розчинів цитрату цинку, отриманих за аквананотехнологією

№ серії	Зразок цитрату цинку	Вміст цинку, г/дм ³	Вміст лимонної кислоти, г/дм ³	Співвідношення компонентів у цитратах	рН розчинів
1	Zn ₁	0,84	25,28	1:30,01	2,89
	Zn ₂	13,55	73,47	1:5,42	2,98
	Zn ₃	11,81	83,80	1:7,10	2,85
	Zn ₄	5,40	8,05	1:1,49	5,45
2	Zn № 1	2,97	12,395	1:4,17	3,55
	Zn № 2	5,60	19,19	1:3,43	3,86
	Zn № 3	1,33	6,12	1:4,62	3,57

цитратів Zn₁, Zn₂, Zn₃ має місце великий надлишок лимонної кислоти, що корелює з більш низьким значенням їхніх рН (рН<3.0). Для розчину Zn₄ характерний надлишок цинку. рН його 5,5 — лимонної кислоти явно не вистачає для повної закомплексованості цинку. У цьому випадку можливе отримання інших сполук цинку з лимонною кислотою. Можливо, заміщення водню карбоксильних груп на іони цинку буде проходити по всіх карбоксильних групах, можливо, у цьому процесі буде задіяна ще й спиртова група. Дослідні розчини 2-ої серії за своїм складом (співвідношеннями компонентів) більш близькі цитрату цинку, отриманому хімічним синтезом. Як бачимо, їхній рН варіює у межах 3,55-3,9. Найбільш близький до стехіометрії звичайного цитрату розчин Zn № 2.

З наведеного можна зробити висновок, що загалом складові розчинів цитрату цинку, отриманого за аквананотехнологією, у хімічних реакціях поведуться так само, як і складові цитрату цинку, отриманого класичним шляхом, а сама досліджувана сполука є дійсно класичним цитратом цинку (особливо при масовому співвідношенні цинк : лимонна кислота, близькому до 1:3).

Для встановлення ступеня чистоти отриманих за аквананотехнологією розчинів цитрату цинку (1-а серія) їх висушували при 105°C і аналізували на вміст домішок методом емісійного спектрального аналізу на спектрографі "ИСП-28". Сушу речовину поміщали у кратер графітового електроду діаметром 3,8 мм і глибиною 5 мм і спалювали в активізованій дузі перемінного струму. Час експозиції — до вигорання проби. Розшифрування спектрів проводили на спектропроекторі ДСП-1 за допомогою атласу спектральних ліній. Як вторинний еталон використовували спектр заліза. Кадмій і свинець визначали у розчинах цитратів, отриманих за допомогою аквананотехнології, методом інверсійної вольтамперометрії за стандартною схемою. Результати перераховувалися на суху наважку (г/100 г наважки) (табл. 4).

З представлених даних можна зробити висновок, що за металами, які визначаються спектральним методом, чистота су-

хих солей цитрату цинку, отриманих за аквананотехнологією, як правило, становить 99,98%, що відповідає маркам ОСЧ — особливо чистий. При порівнянні чистоти цитратів цинку, отриманих за аквананотехнологією, та інших органічних сполук цинку можна зробити висновок, що дійсно ці цитрати цинку більш чисті, ніж сполуки цинку, синтезовані хімічним способом. Вони містять у 10-15 разів менше свинцю, у 10 разів менше заліза, у 5-10 разів — магнію, у 5 разів — кальцію.

Для дослідження поведінки комплексу цитрату цинку, отриманого за аквананотехнологією, у живому організмі було обрано зразок Zn № 2, який за співвідношеннями компонентів (цитрату і лимонної кислоти) був найбільш близьким до звичайного цитрату цинку і, як було встановлено нами, досить концентрованим (5,5 г/дм³).

Етапом біологічного дослідження була оцінка токсичності і ступеня накопичення цинку в організмі дослідних тварин при надходженні його з органічної

сполуки цинку — цитрату, отриманого за аквананотехнологією, і неорганічної сполуки цинку — його сульфату (концентрація 3,4 г/дм³).

Виходячи з запропонованих концентрацій цих сполук була проведена спроба визначення гострої токсичності. Мишам внутрішньошлунково вводили "нативні" розчини сульфату цинку і цитрату цинку одноразово у різних дозах. Максимально допустима кількість рідини при одноразовому надходженні у шлунок тварин для мишей масою 25-30 г дорівнює 1 мл [15], що у перерахунок на дозу ста-

Таблиця 4

Результати визначення чистоти цитрату цинку, отриманого за аквананотехнологією

Виявлені домішки	Вміст домішок (%) у зразках цитрату цинку					
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂	Zn ₃	Zn ₄	Zn ₅
Силіцій (кремній)	5·10 ⁻³	≤10 ⁻³	10 ⁻³	5·10 ⁻²	10 ⁻²	10 ⁻²
Магній	≥10 ⁻³	≥10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³
Алюміній	≤10 ⁻³	5·10 ⁻³	3·10 ⁻³	<10 ⁻³	5·10 ⁻³	<10 ⁻³
Мідь	≤10 ⁻³	10 ⁻³	>10 ⁻³	10 ⁻³	5·10 ⁻⁴	-
Залізо	≤10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	1,0	10 ⁻⁴	-
Кальцій	~10 ⁻³	>10 ⁻³	≥10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³
Стронцій	≤10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻²	-	-
Титан	-	-	-	5·10 ⁻²	-	-
Марганець	-	-	-	10 ⁻³	<10 ⁻⁴	-
Срібло	-	-	-	-	<10 ⁻⁴	10 ⁻³
Кадмій	10 ⁻⁴	<10 ⁻³	-	-	-	-
Свинець	1,1·10 ⁻⁴	2,5·10 ⁻⁴	-	-	-	-
Сумарний вміст домішок	8,2·10 ⁻³	1,01·10 ⁻²	8,1·10 ⁻³	1,215	1,77·10 ⁻²	1,4·10 ⁻²
Вміст основної речовини	99,992	99,990	99,991	98,785	99,98	99,986

Таблиця 5

Визначення гострої токсичності сульфату і цитрату цинку при пероральному введенні мишам

Речовина	К-сть розчину, мл	Концентрація цинку, мг	Доза, мг/кг	Кількість мишей			
				разом	загиблих	що вижили	% загиблих
Сульфат цинку	1,0	3,4	136	8	5	3	60
	0,6	2,0	100	8	0	8	0
Цитрат цинку	1,0	5,5	220	8	4	4	50
	0,4	2,0	100	8	0	8	0

новить 220 мг/кг для цитрату цинку і 136 мг/кг — для сульфату цинку. Оскільки збільшити дози не було технічної можливості, то досліджували меншу дозу на рівні 100 мг/кг. За станом тварин спостерігали протягом 14 діб, реєстрували загибель тварин, фіксували загальний стан, інтенсивність та характер поведінкових реакцій. Отримані дані, наведені у таблиці 5, показали, що доза сульфату цинку і цитрату цинку 100 мг/кг не призводить до загибелі тварин, але у першу добу спостерігається деяка загальмованість і невелика задишка у першій групі (сульфат цинку). При випробуванні більш високих доз реєструвалася загибель тварин протягом 1-3 днів. Клініка інтоксикації: зниження рухової активності, загальмованість, задишка, сонливість. Розтин загиблих тварин показав здуття шлунку та повнокров'я печінки, інші органи без змін.

З даних таблиці видно, що дози 136 мг/кг сульфату цинку і 220 мг/кг цитрату цинку призводять до майже 50% летального ефекту, що дозволяє прийняти їх за порогові дози за аналогією з ЛД₅₀. Порівнюючи ці дози, можна припустити більш високу токсичність сульфату цинку [16].

Експеримент з визначення накопичення цинку проведено за такою схемою. Мишам-самцям масою 25 г внутрішньошлунково за допомогою спеціального зонду вводили розчини вищезазначених речовин щоденно протягом 2-х тижнів.

Тварини отримували однакову щоденну кількість цинку — 1,7 мг, що дорівнює дозі 68 мг/кг, яка відповідає 1/2 для сульфату цинку і 1/3 для цитрату цинку від визначених порогових доз. Такий розрахунок дозволив зрівняти кількість надходження цинку з обох речовин.

За увесь час експерименту (14 діб) навантаження на кожну тварину становило 23,8 мг цинку.

Контрольним тваринам парентерально вводили дистильовану воду (табл. 6).

Для вивчення біодоступності нами були обрані органи та тканини, які найбільше накопичують цинк в організмі [17, 18].

Вміст цинку досліджували у печінці, нирках, сім'яниках та кістках піддослідних мишей методом інверсійної вольтаперометрії. Ступінь накопичення цинку при надходженні до організму сульфату та цитрату цинку оцінювали відносно кількості цинку, що міститься в органах контрольних тварин.

Для висновку щодо достовірності відмінностей у вмісті цинку в органах та кістках різних груп мишей визначали коефіцієнти кореляції між двома виборками [19].

Виявлено, що найменше цинку міститься у нирках і сім'яниках тварин, більше — у печінці, найбільше — у кістках, що корелює з даними [17, 18]. Вміст цинку практично в усіх органах і кістках мишей групи, які отримували сульфат цинку, достовірно не відрізнявся від його вмісту у таких саме об'єктах контрольної групи тварин. Водночас вміст цинку у печінці, сім'яниках та кістках дослідних тварин при надходженні його з цитратом цинку достовірно відрізняється від контрольної групи та від групи мишей, які отримувала сульфат цинку. Найбільшу різницю у накопиченні цинку з неорганічної та органічної його сполуки відзначено у кістках. Це свідчить про значно більшу біодоступність цитрату цинку порівняно з його неорганічною сполукою — сульфатом цинку.

Висновки

Таким чином, запропоновані нами методичні підходи щодо вивчення розчинів цитрату цинку — продукту аквананотехнології — дозволили встановити, що розчини цитрату цинку близькі за стехіометрією до цитрату цинку, отриманого класичним способом, і відповідають йому за хімічною поведінкою (реакційною здатністю). Це дає змогу зробити висновок, що вони є розчинами звичайного цитрату цинку і можуть використовуватись у харчовій промисловості. При цьому цитрати цинку, отримані за аквананотехнологією, мають значно вищу чистоту (кваліфікація ОСЧ) — 99,98%. Враховуючи те, що експеримент на тваринах встановив більшу біодоступність дослідного цитрату цинку порівняно з його неорганічною формою, застосування його для збагачення харчових продуктів з метою подолання дефіциту у харчуванні населення цинку слід визнати не тільки доцільним, але й дуже перспективним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Руководство по профилактике в практическом здравоохранении: адаптированный вариант рекомендаций ВОЗ "Prevention in primary care". — М., 2000. — 216 с.
2. Сердюк А.М. Політика у галузі харчування населення — головний пріоритет держави / А.М. Сердюк, М.П. Гуліч // Довкілля та здоров'я. — 2003. — № 3. — С. 8-11.
3. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский. — Новосибирск: Наука и технология, Сиб. унив. изд-во, 2004. — 547 с.
4. Бацукова Н.Л. Современные проблемы питания человека / Н.Л. Бацукова, В.П. Филонов, А.Р. Аветисова // Здоровье и окружающая среда. — М., 2008. — Вып. 12. — С. 8-14.
5. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные подходы и практические решения / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский // Пищевая промышленность. — 2000. — № 3. — С. 10-16.
6. Кузнецова С.А. Наноконпозиты лекарственных веществ с арабиногалктоном /

Схема експерименту

№ групи	Речовина	Кількість мишей	Доза цинку на добу, мг/кг	Кількість цинку на добу, мг	Сумарна кількість цинку за 14 діб, мг
1	Сульфат цинку	7	68,0	1,7	23,8
2	Цитрат цинку	5	68,0	1,7	23,8
3	Контроль	7	0	0	0

Таблиця 6

С.А. Кузнецова, А.Ф. Лебедева // Вестник Красноярского гос. ун-та. Сер. естественных наук. — 2005. — № 2. — С. 121-124.

7. Негаева С.В. Новое поколение биологически активных добавок [Электронный ресурс] / С.В. Негаева; ООО НПП "Биотика-С". — Режим доступа: (<http://www.biotika.ru>)

8. Новинюк Л.В. Цитраты — безопасные нутриенты / Л.В. Новинюк // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. — 2009. — № 3 — С. 70-71.

9. Гигиенические требования по применению пищевых добавок: СанПин 2.3.2. 1293-03. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. — 416 с.

10. Патент України № 37412; МПК (2006) B01J 13/00. Спосіб отримання екологічно чистих наночастинок електропровідних матеріалів "Електроімпульсна абляція". — Опубл. 25.11.2008. Бюл. № 22/2008.

11. Патент України № 39397 МПК (2009) C07C 51/41; C07F 5/00; C07T 15/00; C07C 53/00. Надчистий водний розчин нанокарбоксилату металу. — Опубл. 25.02.2009. Бюл. № 4, 2009.

12. Патент України на корисну модель № 38391; МПК (2006): C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/126 (2008.01), C07C 53/10 (2008.01), A23L 1/00, B82B 3/00. Спосіб отримання карбоксилатів металів "Нанотехнологія отримання карбоксилатів металів" / Косінов М.В., Каплуненко В.Г. — Опубл. 12.01.2009, бюл. № 1/2009.

13. Патент України на корисну модель № 49049. МПК (2009): C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/00, B82B 3/00. Надчистий нанокарбоксилат / Косінов М.В., Каплуненко В.Г.; Опубл. 12.04.2010, бюл. № 7/20.

14. Талалаева О.Д. Изучение комплексобразования ионов цинка с лимонной кислотой / О.Д. Талалаева, А.С. Тихонов // ЖОХ. — 1953. — № 23. — С. 2067-2071.

15. Методы определения токсичности и опасности химических веществ (токсикометрия) / Под ред. И.В. Саноцкого. — М.: Медицина, 1970. — 343 с.

16. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.007-76 (1999).

17. Сравнительная оценка биодоступности органических и неорганических форм цинка in vivo / М. Баяржаргал, И.С. Зилова, С.Н. Зорин и др. // Вопросы питания. — 2008. — Т. 77, № 1. — С. 34-37.

18. Вредные вещества в промышленности. Т. 3. Неорганические и элементоорганические соединения: справочник для химиков, инженеров и врачей. — 7-е изд. / Под ред. Н.В. Лазарева, И.Д. Гадаскиной. — Ленинград: Химия, Ленинградское отделение, 1974. — 607 с.

19. Рего К.Г. Метрологическая обработка результатов технических измерений / К.Г. Рего. — К.: Техника, 1987. — 127 с.

Надійшла до редакції 12.06.2010.

ГІГІЄНІСТ ЗА ПОКЛИКАННЯМ

До ювілею професора кафедри загальної гігієни та екології Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця КОНДРАТЮКА В.А.

Моєю філософією життя є чесна щоденна робота. Стараюсь жити сьогоднішнім днем, тому що завтра вже буде пізно, буде щось нове, інше. Час плине дуже швидко, тому треба встигнути якомога більше.
Володимир
КОНДРАТЮК



НАШІ ЮВІЛЯРИ

Професору кафедри загальної гігієни та екології Кондратюку Володимиру Андрійовичу виповнилося 75 років, але він як справжній гігієніст зумів зберегти добре здоров'я та ясний розум. І сьогодні він ще продовжує активно навчати студентів, передає свій багатий досвід молодим колегам, проводить практичні заняття зі студентами та читає їм лекції. Він залучений також до складу Консультативної ради університету.

Народився В.А. Кондратюк 14 лютого 1936 року у родині службовців у смт. Чорний Острів Кам'янець-Подільської області (нині — Хмельницької). 1946 року після закінчення батьком Вінницького медичного інституту сім'я переїхала до Тернопільської області. Закінчивши у 1953 році Підволочиську середню школу, Володимир Андрійович вступив до

Львівського державного медичного інституту. Вибір санітарно-гігієнічного факультету певною мірою був обумовлений спеціальністю і авторитетом батька, який у той час працював головним лікарем Підволочиської райсанепідстанції.

Успішно закінчивши навчання в інституті 1959 року, він був направлений за розподілом на посаду завідувача паразитологічним відділом Джамбульської обласної санітарно-епідеміологічної станції до Казахстану. Отримавши досвід практичної роботи, В.А. Кондратюк відчув, що для подальшої ефективної реалізації себе як особистості необхідно продовжити шлях у науку, тому у 1961 р. вступив до аспірантури з відривом від виробництва на кафедру загальної гігієни Казахського державного медичного інституту (м. Алма-Ата), після закінчення якої у 1964 р. блискуче захи-