

УДК 665.37

## MINERAL MACRO- AND MICRONUTRIENTS OF PHOSPHOLIPID PRODUCTS

**N. Osejko, E. Shemanskaja**

*National University of Food Technologies*

**V. Shevchyk**

*Municipal Medical Preventive Institution*

---

**Key words:**

*Phospholipids*

*Phospholipids*

*concentrate*

*Trace and major*

*elements*

*Quality, safety*

---

**Article history:**

Received 13.12.2013

Received in revised form

21.12.2013

Accepted 12.01.2014

---

**Corresponding author:**

N. Osejko

**E-mail:**

nikios@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article is devoted to the problem of control of phospholipid products composition, their quality and safety. The analytical study revealed that the content of mineral and toxic elements in phospholipid products has been insufficiently studied. The elemental composition of minerals was determined by optical emission spectrometry. The results of experimental investigations of macro and microelements of phospholipid products are presented in this article. The mineral composition of tested products is described as macro- (calcium, magnesium, sodium, potassium), and trace elements (iron, zinc, copper, manganese, chromium, molybdenum, etc.), including essential ones. It is determined that the high ash-content of phosphatide concentrates (5.0—6.4 %) correlates with high maintenance of metals in the ash. The presence of metals of variable valency (iron and copper) is investigated. These metals are the catalysts of oxidation processes of lipid-containing products and additives. The ratio of copper and iron in the studied samples varies from 1:11 to 1:49. A hygienic characteristic of chemical elements is also presented in this paper. The increased content of aluminum, boron, manganese, and titanium was found in the phospholipid raw material. Limit values for these elements are not yet established. Contamination of phosphatide concentrate by toxic elements does not exceed the maximum allowable limits.

---

## МІНЕРАЛЬНІ МАКРО- І МІКРОЕЛЕМЕНТИ ФОСФОЛІПІДНИХ ПРОДУКТІВ

**М.І. Осейко, Є.І. Шеманська**

*Національний університет харчових технологій*

**В.І. Шевчик**

*Комунальний лікувально-профілактичний заклад*

*У статті досліджено проблему контролю складу фосфоліпідних продуктів, їхньої якості і безпечності. У результаті аналітичного дослідження виявлено, що вміст мінеральних і токсичних елементів у фосфоліпідних продуктах вивчено недостатньо. Елементний склад мінеральних речовин визначено методом*

оптико-емісійної спектрометрії. Наведено результати експериментальних досліджень складу макро- і мікроелементів фосфоліпідних продуктів. Встановлено високу зольність фосфатидних концентратів (5,0... 6.4 %), що корелюється з високим вмістом металів У складі золи виявлено підвищений вміст металів перемінної валентності — заліза і міді, які є каталізаторами процесів окиснення в ліпидовмісних продуктах і добавках. Співвідношення іонів міді і заліза у досліджених зразках складо від 1:11 до 1:49. Також наведено гігієнічну характеристику хімічних елементів. У фосфоліпідній сировині виявлено підвищений вміст алюмінію, бору, марганцю, титану. На ці елементи гранично допустимі рівні ще не встановлено. Забрудненість токсичними елементами фосфатидних концентратів не перевищувала гранично допустимих норм.

**Ключові слова:** фосфоліпіди, фосфатидний концентрат, макро- і мікроелементи, якість, безпечність.

Нині дедалі більше накопичується даних про роль окремих мікроелементів у живих організмах. Біохіміки і токсикологи України продовжують сьогодні працювати над проблемою порівняльного вивчення елементарного складу живої речовини на основі геохімічних процесів. Доведено, що мінеральні елементи, які входять до складу живих організмів, черпаються з ґрунту, кожний грам якого містить усі елементи періодичної системи Д.І. Менделєєва. Із 106 елементів періодичної системи Д.І. Менделєєва в організмі людини постійно наявні 86, з них 25 — необхідні для нормальної життєдіяльності [1].

За кількісною ознакою хімічний елементний склад живої матерії поділяється на три групи — макроелементи, мікроелементи й ультрамікроелементи. До макроелементів належить 11 елементів, до мікроелементів — 39, до ультрамікроелементів — 32. Концентрація перших в організмі становить від десятих відсотка до десятків відсотків, мікроелементів — від тисячних до стотисячних відсотка, ультрамікроелементів — мільйонні відсотка і менше. Більшість із елементів є металами, до того ж важкими, що мають високу біологічну активність. Поділ металів на важкі та легкі базується на показниках їхньої густини, що виражається в г/см<sup>3</sup>: густина легких металів до 5 г/см<sup>3</sup>, важких — понад 5 г/см<sup>3</sup> [2].

У зв'язку з тенденцією росту попиту на фосфоліпіди виробництво вітчизняних фосфоліпидовмісних продуктів стає все більш актуальним. Не менш важливим чинником є необхідність забезпечення й контролю реальної фізіологічної цінності, високої якості і безпечності фосфоліпидовмісних продуктів, які використовують при виробництві традиційних і функціональних харчових продуктів. І якщо дослідженню фізико-хімічних показників і функціоналотехнологічних властивостей присвячено значну кількість наукових праць, то вміст у фосфоліпідних продуктах мінеральних і токсичних елементів вивчено недостатньо.

*Дослідження вмісту мінеральних макро- і мікроелементів фосфоліпідних продуктів*

Визначення складу мінеральних речовин виконано за допомогою оптико-емісійного спектрометра з індукційно пов'язаною плазмою ICAP 6300 Duo (виробник "Thermo Fisher scientific", Англія) за методикою ISO 11885 :2007 [3].

Проведено визначення складу мінеральних елементів фосфоліпидовмісної сировини, результати яких наведено в табл. 1.

*Таблиця 1. Склад мінеральних речовин фосфоліпідних продуктів*

Елементи	Фосфоліпидовмісний продукт, мг/кг				Середня добова потреба, мг*	Максимально допустима добова доза, мг**
	C <sub>H</sub> ФЕ	C <sub>H</sub> XФК	CXФК	C <sub>H</sub> KФК		
Алюміній (Al)	2,46±0,06	3,56±0,18	4,62±0,11	11,65±0,61		
Барій (Ba)	0,38±0,02	0,76±0,03	0,54±0,02	0,83±0,04		
Бор (B)	0,35±0,03	0,90±0,04	1,26±0,07	1,08±0,06		
Ванадій (V)	0,002	—	0,050	0,004	0,6	
Залізо (Fe)	41,39±0,29	17,22±0,12	24,59±0,15	51,35±0,31	10—17	FNB 45
Калій (K)	211,39±1,9	466,6±4,22	240,98±2,17	445,05±4,12	2500-5000	—
Кальцій (Ca)	174,98±1,57	391,3±3,13	145,29±1,31	266,78±2,46	1000-1200	FNB 2500
Кобальт (Co)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1—0,2	
Кремній (Si)	7,49±0,03	14,08±0,09	9,56±0,04	30,39±0,21		
Літій (Li)	0,74±0,03	0,87±0,05	0,17±0,01	0,46±0,02		
Магній (Mg)	43,79±0,22	69,73±0,42	48,09±0,19	77,65±0,54	300—500	FNB 350
Марганець (Mn)	0,17±0,01	0,34±0,02	0,57±0,04	0,46±0,03	2,0—5,0	FNB 11
Мідь (Cu)	0,99±0,05	0,82±0,04	2,23±0,08	1,04±0,05	1,0—2,0	FNB 10
Молібден (Mo)	0,05±0,002	0,03±0,001	0,03±0,001	0,04±0,002	0,05—0,1	FNB 2 мг SCF 0,6 мг
Натрій (Na)	131,1±1,05	223,3±2,11	29,31±0,15	30,06±0,18	550—1300	
Нікель (Ni)	0,07±0,003	0,17±0,007	0,18±0,009	0,17±0,006		
Стронцій (Sr)	1,82±0,07	2,60±0,08	2,32±0,05	1,5±0,06		
Титан (Ti)	0,13±0,006	0,22±0,01	0,21±0,009	0,36±0,02		
Хром (Cr)	0,10±0,004	0,056±0,003	0,013±0,001	0,01±0,001	0,03—0,1	
Цинк (Zn)	0,92±0,04	2,23±0,09	1,66±0,07	1,92±0,08	7,0—15,0	FNB 10

**Примітки:** 1. \* норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах (додаток до наказу № 272 від 18.11.99 та рекомендовані норми німецького товариства нутриціологів (Deutsche Gesellschaft für Ernährung — DGE).

2. \*\* дози, встановлені відділом харчових продуктів і харчування (Food and Nutrition Board — FNB) Інституту медицини США та Науковим комітетом харчових продуктів (Scientific Committee on Food — SCF) Європейського Союзу.

Проведене дослідження дало змогу визначити, що фосфатидні концентрати мають високу зольність 5,0...6,4 %, що корелюється з високим вмістом металів (табл. 1). Мінеральний склад фосфоліпідних продуктів характеризується як макро- (кальцій, магній, натрій, калій), так і мікроелементами (залізо, цинк, мідь, марганець, хром, молібден та ін.), у тому числі й есенціальними.

Слід відмітити підвищений вміст у складі золи металів перемінної валентності — заліза і міді, які є каталізаторами процесів окиснення в ліпидовмісних продуктах і добавках. Враховуючи роль іонів заліза і міді в інтенсифікації проходження реакцій окиснення, особливо важливим є аналіз їх співвідношення у фосфоліпідах. Високе співвідношення заліза до міді свідчить про утворення в організмі великої кількості вільних радикалів. Співвід-

ношення масових частин іонів міді і заліза в досліджених зразках фосфоліпідного концентрату (ФК) склало від 1:11 до 1:49, що свідчить про інтенсивну проокиснювальну активність металу. Залізо також є антагоністом необхідних для організму елементів і вітамінів: хрому, кобальту, кальцію, фосфору, цинку, марганцю, міді, вітамінів D, E, B12.

Усі мікроелементи умовно розділені на три групи: есенціальні (залізо, йод, мідь, цинк, кобальт, хром, молібден, селен, марганець); умовно есенціальні (бор, ванадій, фтор, літій, нікель, кремній); токсичні і потенційно токсичні (алюміній, кадмій, свинець, ртуть, берилій, барій, титан, цирконій, стронцій тощо).

Мінімальна кількість есенціальних елементів виконує важливі для життя і здоров'я людини функції. Біологічна роль інших елементів недостатньо вивчена, але при їх підвищеному надходженні в організм спостерігається хронічна інтоксикація, яка має своєрідний для кожного елемента характер і патогенез.

Природний вміст важких металів у ґрунті для нас абсолютно безпечний. На жаль, з розвитком промисловості і транспорту частка важких металів різко збільшилась не тільки в земній товщі, а й в оточуючому середовищі, тому становить серйозну загрозу для здоров'я людини. Виробнича діяльність, пов'язана з видобуванням, збагаченням і переробкою металів, призводить до забруднення металами навколишнього середовища, які надходять до організму людини в підвищених кількостях. Гігієнічна характеристика хімічних елементів — забруднювачів навколишнього середовища наведена в табл. 2.

**Таблиця 2. Гігієнічна характеристика елементів-забруднювачів навколишнього середовища**

Хімічний елемент	Вміст у фосфоліпідовмісній сировині, мг/кг	Гранично допустимі рівні			Всмоктуваність у ШКТ	Дія на організм	Клас небезпеки
		води, мг/дм <sup>3</sup>	повітря, мг/м <sup>3</sup>	ґрунту, мг/кг			
Алюміній	2,46... 11,65	0,2	0,01х		Н	Т	високошкідливі
Бор	0,35... 1,08	0,5	0,02х		В	УЕ	високошкідливі
Ванадій	0,002... 0,05	0,1	0,002х	150х	Н	УЕ	шкідливі
Залізо	17,22... 51,35	0,3	0,04х		Н	Е	шкідливі
Кадмій	0,004... 0,19	0,0013	0,0003		С	Т	високошкідливі
Кобальт	< 0,01	0,1	0,001	5,0	С	Е	високошкідливі
Літій	0,17... 0,87	0,03	0,02		В	УЕ	шкідливі
Марганець	0,17... 0,57	0,1	0,01	1500	Н	Е	шкідливі
Мідь	0,82... 2,23	1,0	0,003	3,0	С	Е	шкідливі
Миш'як	< 0,005		0,003	4,0	С	Т	високошкідливі
Нікель	0,07... 0,18	0,1	0,001	4,0	Н	УЕ	шкідливі

Свинець	0,05...0,42	0,1	0,001	32,0	С	Т	високо-шкідливі
Титан	0,13...0,36	0,1	0,5		Н	ПТ	шкідливі
Хром	0,013...0,1	0,05	0,0015	6,0	Н	Е	шкідливі
Цинк	0,92...2,23	5,0	0,05х	23,0	Н	Е	шкідливі

**Примітка.** х — для сполук хімічного елемента; В, С, Н — висока, середня та низька всмоктуваність у ШКТ; Е — есенціальний; УЕ — умовно есенціальний; Т— токсичний; ПТ — потенційно токсичний.

Слід відмітити підвищений вміст алюмінію, бору, марганцю, титану, літію у фосфоліпидовмісній сировині. На ці елементи гранично допустимі рівні ще не встановлені, але в літературі доведена шкідлива дія на організм людини, що необхідно враховувати при розробленні нормативної документації (НД) і, відповідно, при удосконаленні галузевих та інноваційних технологій. Слід звернути увагу на незначний діапазон між есенціальною і токсичною дією заліза, міді, хрому та цинку.

Уже давно біохімічними і фізіологічними дослідженнями встановлено негативний вплив важких металів на людський організм. Правда, в мікроскопічних дозах деякі з них для людини є необхідними мікроелементами, але як тільки концентрація перевищує певний рівень, то практично будь-який важкий метал стає токсичним. Серед токсичних елементів найбільш загрозливими для здоров'я людей є свинець, кадмій, миш'як і ртуть, які дуже часто називають «металами смерті». Вміст токсичних елементів у фосфоліпидовмісних продуктах наведено в табл. 3. Як видно із даних табл. 3, забрудненість фосфатидної емульсії (ФЕ) та харчових ФК токсичними елементами не перевищує гранично допустимі концентрації.

Таблиця 3. Вміст токсичних елементів у фосфоліпидовмісних продуктах

Елементи	Вміст у ФК, мг/кг				Допустимі рівні, мг/кг	
	СнФЕ	СнХФК	СХФК	СнКФК	ГДК	НД
Кадмій (Cd)	0,05	0,004	0,008	0,19	0,4; 0,05	ДСТУ 4535:2006 СОУ 15.4-212:2004
Мідь (Cu)	0,99	0,82	2,23	1,04	80,0; 20,0	ДСТУ 4535:2006 СОУ 15.4-212:2004
Миш'як (As)	< 0,005	< 0,005	0,08	< 0,005	1,0; 0,1	ДСТУ 4535:2006 СОУ 15.4-212:2004
Ртуть (Hg)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,1; 0,05	ДСТУ 4535:2006 СОУ 15.4-212:2004
Свинець (Pb)	0,07	0,05	0,08	0,42	5,0; 0,1	ДСТУ 4535:2006 СОУ 15.4-212:2004

### Висновки

Мінеральний склад фосфоліпидовмісної сировини представлений як макро- (кальцій, магній, натрій, калій), так і мікроелементами (залізо, цинк, мідь, марганець, хром, молібден та ін.), в тому числі й есенціальними (залізо, мідь, цинк, марганець, хром). Співвідношення масових часток іонів міді і заліза в дослідних зразках складало від 1:11 до 1:49, що, як відомо, є фактором інтен-

сивної проокисної активності цих металів. Вміст у фосфоліпидовмісній сировині токсичних елементів (кадмій, миш'як, ртуть, свинець) не перевищує гранично допустимих концентрацій.

### Література

1. Кукушкин Ю.Н. Химические элементы в организме человека // Соросовский образовательный журнал. — 1998. — № 5. — С. 54—58.
2. Біланич М. М. Сучасний етап дослідження дії важких металів як токсичних елементів для рослин // Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. — 2008. — № 12. — С. 161—175.
3. ДСТУ ISO 11885:2005 (ISO 11885:1996, IDT) Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою: [Чинний від 2007.01.01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 14 с. — (Національний стандарт України).

## МИНЕРАЛЬНЫЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ ФОСФОЛИПИДНЫХ ПРОДУКТОВ

Н.И. Осейко, Е.И. Шеманская

Национальный университет пищевых технологий

В.И. Шевчик

Коммунальное лечебно-профилактическое учреждение

*В статье изучена проблема контроля состава фосфолипидных продуктов, их качества и безопасности. В результате аналитического исследования выявлено, что содержание минеральных и токсических элементов в фосфолипидных продуктах изучено недостаточно. Элементный состав минеральных веществ определен методом оптико-эмиссионной спектроскопии. Приведены результаты экспериментальных исследований состава макро- и микроэлементов фосфолипидных продуктов. Минеральный состав исследованных продуктов характеризуется как макро- (кальций, магний, натрий, калий), так и микроэлементами (железо, цинк, медь, марганец, хром, молибден и другие), в том числе и эссенциальными. Установлено, что высокая зольность фосфатидных концентратов (5,0—6,4 %) коррелирует с высоким содержанием металлов в золе. Выявлено наличие металлов переменной валентности — железа и меди. Эти металлы — катализаторы процессов окисления липидосодержащих продуктов и добавок. Соотношение меди и железа в исследованных образцах от 1:11 до 1:49. Также приведена гигиеническая характеристика химических элементов. В фосфолипидном сырье обнаружено повышенное содержание алюминия, бора, марганца, титана. На эти элементы предельно допустимые уровни еще не установлены. Загрязненность токсичными элементами фосфатидных концентратов не превышала предельно допустимых норм.*

**Ключевые слова:** фосфолипиды, фосфатидный концентрат, макро- и микроэлементы, качество, безопасность.