

УДК 543.6:546.621

## АПРОБАЦІЯ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ АЛЮМІНІУ В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ, ПРОДОВОЛЬЧІЙ СИРОВИНІ ТА ПИТНІЙ ВОДІ

Сухарева О.Ю., Сухарев С.М., Федак І.В.

*Ужгородський національний університет, 88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46.*

Алюміній відноситься до поширених елементів земної кори, є вагомою складовою глинистих ґрунтів, алюмосилікатів, тощо. Поряд з цим, іони алюмінію характеризуються високою токсичністю. Так, іони алюмінію пригнічують водні організми [1,2], подавляють активність слизових і шлункових ферментів [3], тощо. Існує пряма загроза здоров'ю людини через вживання продуктів із високим вмістом алюмінію, адже саме алюміній зумовлює у людини хворобу Альцгеймера, остеомаляцію, енцефалопатію, тощо [4]. Тому особливо жорсткі вимоги слід ставити до методів контролю вмісту алюмінію в харчових продуктах і питній воді.

Внаслідок особливості фізико-хімічних властивостей алюмінію і його сполук, використання ряду методів аналізу, зокрема, методів атомно-абсорбційної спектроскопії, емісійної спектроскопії, електрохімічні методи тощо, при визначенні алюмінію є обмеженим. Серед методів визначення вмісту алюмінію в різноманітних об'єктах найбільш часто використовуються фотометричні методи аналізу з використанням органічних реагентів [5-15]. Ці методи мають задовільні метрологічні характеристики, прості у виконанні і тому є практично прийнятними. На їх основі розроблено ряд методик визначення алюмінію в природних і технічних об'єктах, проте, порівняння цих методів для контролю вмісту алюмінію в харчових продуктах, не проводилось.

У відповідності з тимчасовими гігієнічними нормативами вмісту деяких хімічних елементів в основних харчових продуктах [16], тимчасово-допустима концентрація алюмінію в харчових продуктах,

у мг/кг, складає: риба і рибні продукти – не більше 30,0; м'ясо і м'ясні продукти – не більше 10,0; молоко і молочні продукти в перерахунку на молоко – не більше 1,0; хліб і хлібопродукти, зерно – не більше 20,0; овочі та продукти їх переробки – не більше 30,0; фрукти і продукти їх переробки – не більше 30,0; соки фруктові – не більше 10,0. Рекомендованими методами контролю у відповідності з [4] є фотометричні методи з використанням алізарину, алюмініону та арсеназо I, проте ці реагенти значно втратили свого значення в аналітичній хімії алюмінію.

Метою даної роботи є апробація сучасних фотометричних методик визначення алюмінію в харчових продуктах і питній воді. Порівнювальні методики базуються на фотометричному визначенні алюмінію з хромазуолом-S та еріохромціаніном-R, а також на екстракційно-фотометричному визначенні алюмінію у вигляді іонних асоціатів (ІА) з бензоілгідразоном саліцилового альдегіду (БГСА) та основним барвником астрафлосином (АФ). Умови визначення алюмінію описані в [5-15].

### Експериментальна частина

В роботі використані комерційні реагенти кваліфікації не нижче за "ч.д.а.". Розчини реагентів готували за описаними в літературі методиками. Вихідний стандартний розчин алюмінію (0,1 М) готували шляхом розчинення точної наважки металічного алюмінію (марки В-4) в розчині хлороводневої кислоти. Розчини меншої концентрації (0,0001-0,001 М) готували відповідним розведенням вихідного розчину алюмінію безпосередньо перед дослідженням.

В процесі дослідження використовували спектрофотометр СФ-46; фотоелектроколориметр КФК-3; контроль рН розчинів, створюваного ацетатним буферним розчином, проводили рН-метром «ОР-211/1».

### Результати та їх обговорення

Для дослідження відібрані проби безалкогольного напою “Живчик” (із скляної та металевої тари), молоко коров'яче цільне (свіже та після кип'ятіння в алюмінієвій посуді), риба річкова свіжа та консервована в алюмінієвій тарі, пиво “Оболонь” (із скляної та металевої тари) та вода питна водопровідна (правобережна частина Ужгорода). Всі проби харчових продуктів мінералізували згідно ГОСТ 26929-94 (“сухий” спосіб) [17] та проводили визначення в них вмісту алюмінію за трьома основними методиками: **I** – методика з використанням СГБК та АФ, **II** – методика з використанням Хромазурулу-S, **III** – методика з використанням Еріохромціаніну-R (Еріохр-R). Визначення концентрації алюмінію проводили за градувальним графіком. Результати дослідження представлені в табл. 1-3.

**Таблиця 1.** Результати визначення алюмінію в зразках за методикою **I** ( $P=0,95$ ;  $n=6$ ).

Зразок	Знайдено Al, мг/кг (мг/дм <sup>3</sup> ) ( $X \pm \epsilon_{\alpha}$ )	$S_r$
Напій “Живчик” (скляна тара)	2,340±0,070	0,030
Напій “Живчик” (металева тара)	2,580±0,065	0,025
Молоко цільне не кип'ячене	0,180±0,006	0,035
Молоко цільне кип'ячене в алюмінієвій посуді	0,240±0,008	0,035
Риба річкова свіжа	1,750±0,056	0,032
Риба річкова консервована в алюмінієвій тарі	3,325±0,083	0,025
Пиво “Оболонь” (скляна тара)	0,830±0,029	0,035
Пиво “Оболонь” (металева тара)	1,020±0,037	0,036
Вода питна водопровідна	0,430±0,010	0,025

Примітка: ГДК для алюмінію в питній воді згідно ГОСТ 2874-82 [18] складає 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Аналізуючи данні табл. 1 видно, що вміст алюмінію в досліджуваних пробах не перевищує встановлені нормативи.

**Таблиця 2.** Результати визначення алюмінію в зразках за методикою **II** ( $P=0,95$ ;  $n=6$ ).

Зразок	Знайдено Al, мг/кг (мг/дм <sup>3</sup> ) ( $X \pm \epsilon_{\alpha}$ )	$S_r$
Напій “Живчик” (скляна тара)	2,240±0,078	0,035
Напій “Живчик” (металева тара)	2,640±0,079	0,030
Молоко цільне не кип'ячене	0,170±0,007	0,040
Молоко цільне кип'ячене в алюмінієвій посуді	0,260±0,012	0,040
Риба річкова свіжа	1,720±0,060	0,035
Риба річкова консервована в алюмінієвій тарі	3,165±0,095	0,030
Пиво “Оболонь” (скляна тара)	0,780±0,031	0,040
Пиво “Оболонь” (металева тара)	1,062±0,043	0,040
Вода питна водопровідна	0,442±0,018	0,030

Примітка: ГДК для алюмінію в питній воді згідно ГОСТ 2874-82 [18] складає 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

За даними табл. 2-3 в досліджених зразках вміст алюмінію знаходиться в межах встановлених норм і ця концентрація є досить низькою. В той же час, дані табл. 1-3 свідчать про те, що вміст алюмінію в пробах, які не контактували з алюмінієвою поверхнею, є значно нижчим, ніж в пробах, які контактували з металевою поверхнею. Отже, концентрація алюмінію в продуктах харчування, які фасовані в алюмінієву тару, є значно вищою ніж в аналогічних продуктах, хоча вміст сполук алюмінію не перевищує тимчасово-допустимий.

Порівнюючи данні тал. 1-3 видно, що найбільшою відтвореністю характеризується методика **I**. Чутливість цієї методики є найвищою серед розглянутих, що вкрай

важливо при малих вмістах алюмінію в досліджуваних пробах.

доцільно ввести обов'язковий контроль цього показнику в продуктах харчування.

**Таблиця 3.** Результати визначення алюмінію в зразках за методикою III ( $P=0,95$ ;  $n=6$ ).

Зразок	Знайдено Al, мг/кг (мг/дм <sup>3</sup> ) ( $\bar{X} \pm \epsilon_{\alpha}$ )	$S_r$
Напій "Живчик" (скляна тара)	2,284±0,069	0,030
Напій "Живчик" (металева тара)	2,615±0,071	0,027
Молоко цільне не кип'ячене	0,173±0,006	0,037
Молоко цільне кип'ячене в алюмінієвій посуді	0,251±0,009	0,035
Риба річкова свіжа	1,734±0,061	0,035
Риба річкова консервована в алюмінієвій тарі	3,215±0,090	0,028
Пиво "Оболонь" (скляна тара)	0,793±0,028	0,035
Пиво "Оболонь" (металева тара)	1,033±0,039	0,038
Вода питна водопровідна	0,435±0,011	0,025

Примітка: ГДК для алюмінію в питній воді згідно ГОСТ 2874-82 [18] складає 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Використавши метрологічні характеристики результатів визначення вмісту алюмінію в харчових продуктах і питній воді за трьома методиками, нами перевірена адекватність методик згідно [19]. Розрахунки показали, що всі використані методики є адекватними і придатними для контролю вмісту алюмінію в харчових продуктах та питній воді.

### Висновки

Проведена апробація методик визначення алюмінію в харчових продуктах і показано, що методики є адекватними і придатними для визначення алюмінію в продовольчій сировині, харчових продуктах і питній воді. Кращі метрологічні характеристики має методика екстракційно-фотометричного визначення алюмінію з використанням реагентів СГБК та АФ. У роботі показано, що при контакті з поверхнею алюмінієвої тари вміст алюмінію в зразках дещо зростає, тому

### Література

1. Inorganic monomeric aluminum and pH as predictors of acidic water toxicity to brook trout (*Salvelinus fortinatis*) / B.R. Parkhurst, H.Z. Bergman, J. Fernander, et al. // Can.J.Fish. and Aquat. Sci.-1990.-47, №8.-P.1631-1640.
2. Effect of aluminum and pH on the growth of *Analytis nidulans* / L.H. Lee, B. Lustigman, I.-Yu Chu, Jou Huey-Ling // Bull. Environ. Contam. and Toxicol.-1991.-46, №5.-P.720-726.
3. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. - Л.: Гидрометеоздат, 1977. - 541с.
4. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп / А.Л. Бандман и др. - Л.: Химия, 1988.-512с.
5. Тихонов В.Н. Аналитическая химия алюминия. - М.: Наука, 1971. - 266 с.
6. Постогвард П.И., Супруненко В.И. Оптимальные условия фотометрического определения алюминия с алюминоном // Физико-химические методы анализа металлов и сплавов. - Харьков, 1976. - С. 24-26.
7. Тихонов В.Н., Екатеринина Л.А. Изучение фотометрического метода определения алюминия с хромазуролом // Физ.-хим. исследование неорганических соединений. - Чебоксары, 1975. - Вып. 1. - С. 24-44.
8. Мартынов А.П., Новак В.П., Резник Б.Е. Взаимодействие алюминия с очищенным хромазуролом-S // Журн. аналит. химии. - 1978. - 33, № 1. - С. 51-59.
9. Савранский Л.И., Наджафова О.Ю. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования Cu, Fe и Al с хромазуролом S в присутствии смеси катионного и неионогенного ПАВ // Журн. аналит. химии. - 1992. - 47, №9. - С. 1613-1618.
10. Тихонов В.Н., Шашкина М.М., Екатеринина Л.А. Исследование фотометрического метода определения алюминия с ериохромцианином-P // Физико-химическое изучение неорганических соединений. - Чебоксары, 1976. - Вып. 3. - С. 37-57.
11. Тихонов В.Н., Максимова Т.О. О химизме реакции алюминия с ериохромцианином // Журн. аналит. химии. - 1975. - 30, № 12. - С. 2338-2341.
12. Патент 17348А України. МКИ G01N31/22. Спосіб екстракційно-фотометричного визна-

- чення алюмінію / С.Ю.Чундак, С.М. Сухарев, Я.І. Студеняк, І.І. Зимомря. – № 93006212; Заявлено 29.06.93.
13. Чундак С.Ю., Сухарев С.Н. Салицилиден-гидразоны карбоновых кислот как реагенты для экстракционно-фотометрического определения алюминия в виде ионных ассоциатов с цианиновыми красителями // Журн. аналит. химии. -1997.-52, №6.-С.609-614.
  14. Сухарев С.Н., Чундак С.Ю. Фотометрическое определение алюминия в водах в виде его ионных ассоциатов в присутствии поверхностно-активных веществ // Химия и технология воды. - 1996. - 18, №3. - С.254-257.
  15. Чундак С.Ю., Сухарев С.Н. Экстракционно-фотометрическое определение алюминия в водах // Химия и технология воды.-1995.-17, №5.-С.466-469.
  16. Временные гигиенические нормативы содержания некоторых химических элементов в основных пищевых продуктах. - № 2450-81. – М., 1982.
  17. ГОСТ 26929. Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсических элементов. Введен в действие на Украине с 01.01.1998.
  18. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. Введен в действие с 01.01.85. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 239 с.
  19. Основы аналитической химии / Ю.А.Золотов, Е.Н.Дорохова, В.И.Фадеева и др. – Кн. 1. – М.: Высш. шк., 2000. – 351 с.

## **THE APPROBATION OF PROCEDURE OF THE DETERMINATION OF ALUMINUM IN FOOD PRODUCTS, FOOD RAW MATERIALS AND DRINKING WATER**

**O.Yu. Sukhareva, S.N. Sukharev, I.V. Fedak**

It was approbation of procedure of the determination of aluminum in food products and had devotees what the procedure is an identical and serves for determinations of aluminum in food products, food raw materials and drinking water.