

УДК: 504.05:615.916:546.62

Глух О.С., к.х.н., доц.; Симканич О.І., к.х.н., викл.;
Бескід А.М., студ.; Молнар Д.І., к.х.н., доц.

БЕЗПЕКА ВИКОРИСТАННЯ АЛЮМІНІЄВОГО ПОСУДУ ПІД ЧАС ПРИГОТУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46;
e-mail: oleggluh@ukr.net

Запорукою здоров'я є не тільки якісні харчові продукти, але й спосіб їх приготування, а також якість посуду. Причина популярності алюмінієвого посуду в тому, що це досить дешевий, легкий і довговічний матеріал. У той же час, численні дослідження показують, що тривалий вплив іонів алюмінію може призвести до інтоксикації організму людини [1].

Збільшення вмісту Алюмінію, у першу чергу, відбувається у тканинах мозку, печінки, нирок, кісток, у результаті чого відбуваються їх функціональні порушення. Також надходження Алюмінію до організму людини спричиняє порушення в утворенні деяких ферментів, викликаючи видалення важливих біоелементів: Р, Mg, Са, Na. Тривале вживання питної води з вмістом алюмінію більше $0,2 \text{ мг/дм}^3$ призводить до зростання імовірності появи таких захворювань, як енцефалопатія, хвороби Альцгеймера і Паркінсона, анемія та ін. [2]. До цього переліку слід віднести і ураження центральної нервової системи, що проявляється загальним нездужанням, зниженням пам'яті, труднощами в навчанні, схильністю до депресії, посмикуваннями м'язів, епілептичними нападами тощо.

Підтвердження чи спростування популярного останнім часом твердження про токсичність алюмінієвого посуду потребує комплексного підходу, у тому числі із залученням хіміко-аналітичних досліджень [3]. Різноманіття форм знаходження алюмінію у воді та їх чутливість до значення рН, а також необхідність з'ясування динаміки зміни концентрації вмісту алюмінію з часом і зумовлюють актуальність даного дослідження.

Для визначення алюмінію, що знаходиться у розчині у малих концентраціях, запропоновано велику кількість методів,

у тому числі і фотометричних [4, 5]. Метод аналізу, використаний у даній роботі, базується на стандарті ГОСТ 18165-2014 [6] і полягає у вимірюванні оптичної густини забарвлених розчинів комплексної сполуки алюмінію з алюміноном. Максимум світлопоглинання комплексів – при довжині хвилі 540 нм. Реакція проходить в ацетатному буферному розчині при рН 4,9. Визначенню алюмінію заважають: залізо (Fe^{3+}), хлор, фториди, поліфосфати [7].

Вода, яка використовується для приготування їжі характеризується певною твердістю, тобто містить іони кальцію та магнію. Оскільки, кальцієвий комплекс з алюміноном утворюється при рН > 11 [8], його впливом у даному випадку можна знехтувати.

Для дослідження зміни вмісту алюмінію у воді та динаміки такої зміни у часі використано алюмінієву каструлю об'ємом 2 дм^3 , що уже тривалий час використовується для нагрівання і кип'ятіння води, а також іноді для приготування деяких харчових продуктів. Внутрішня поверхня каструлі вкрита тонким шаром вапнякового нальоту, утвореного внаслідок кип'ятіння води. Перед проведенням досліджень, шар нальоту знято за допомогою губки і промито великою кількістю дистильованої води. Абразивні губки з цією метою не використовувались задля збереження цілісності оксидної плівки.

У рамках актуального дослідження проведено серію дослідів: визначення вмісту Алюмінію у дистильованій воді, яка протягом певного часу кип'ятилась в алюмінієвій каструлі, а також із додаванням оцтової та лимонної кислот.

Очікувано, чим довша тривалість кипіння, тим більший вміст іонів Алюмінію у

воді. Кип'ятіння водопровідної води не призводить до перевищення ГДК = 0,2 мг/дм³ [9], хоча вміст Алюмінію дещо зростає. Водночас, додавання оцтової кислоти спричиняє збільшення концентрації Алюмінію у воді до 0,27 – 0,37 мг/дм³ при кип'ятіння протягом 10 – 40 хвилин відповідно (див. рис.).

Часто алюмінієвий посуд використовується не тільки для кип'ятіння води, але й для приготування їжі: відварювання і тушкування овочів, приготування варення тощо. При цьому кислотність рідких середовищ, що контактують із внутрішньою стінкою алюмінієвого посуду, у більшості випадків є підвищеною (рН < 7). Тому, доцільно було визначити вміст Алюмінію у воді, підкисленій кислотами, що використовуються під час приготування їжі – оцтовою і лимонною. Концентрацію розчинів оцтової та лимонної кислот вибрано на рівні, що відповідає більшості рецептур приготування харчових продуктів.

З одержаних результатів можна зробити висновок, що додавання навіть невеликої кількості оцтової кислоти значно посилює інтенсивність розчинення алюмінію. У даному випадку отримані значення концентрації Алюмінію перевищують значення ГДК, що значно посилює ризик для здоров'я людини.

Аналіз результатів вказує на те, що значення концентрацій алюмінію у воді з додаванням лимонної кислоти менші, ніж у випадку розчинів оцтової кислоти. Це, імовірно, пояснюється тим, що лимонна кислота утворює з алюмінієм стійкі цитратні комплекси, які маскують присутність алюмінію у воді і заважають його визначенню з алюміномом. Однак, слід відмітити, що, згідно літературних даних, ризик алюмінієвої інтоксикації різко зростає саме під дією алюмінію, зв'язаного у цитратний комплекс, що підсилює всмоктуваність Алюмінію у кишечнику [10].

На основі одержаних результатів усіх дослідів, побудовано графічну залежність вмісту алюмінію у досліджуваних пробах від тривалості термічної обробки (див. рис.). Одержані залежності свідчать про збільшення вмісту алюмінію у воді при збільшенні тривалості термічної обробки з використанням алюмінієвого посуду.

Однак, враховуючи чутливість складу алюмінієвмісних іонів до значення рН [11], а відтак певну складність їх достовірного аналітичного визначення, можна припустити, що у досліджуваних розчинах алюміній перебував у формі різних складних іонів та комплексів, в т.ч. полімерних іонів та колоїдів.

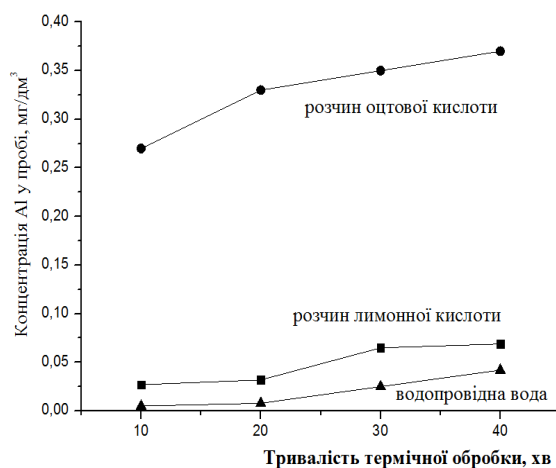


Рис. Залежність вмісту алюмінію у воді від тривалості кип'ятіння в алюмінієвому посуді.

Тому, можна стверджувати, що одержані значення концентрацій алюмінію не відповідають його валовому вмісту у розчинах, а мова лише йде про загальну тенденцію зміни концентрації при збільшенні тривалості термічної обробки (див. рис.).

Під час термічної обробки в алюмінієвому посуді природний вміст Алюмінію може змінюватись у присутності вищезгаданих кислот або речовин кислотного характеру, які вже містяться у харчових продуктах [12]. Тому, проведено визначення вмісту Алюмінію у воді, в якій готуються харчові продукти. Для дослідження використано молоду картоплю, так як це найбільш вживаний овоч.

Огляд літератури показав, що вміст алюмінію у картоплі становить близько 4 мг/кг [13]. ОБРВ алюмінію у картоплі регламентується на рівні 30 мг/кг згідно [14]. Одержані результати вказують на зменшення вмісту Алюмінію у воді, в якій варилась картопля, у порівнянні з дистильованою водою, кип'яченою протягом такого ж часу (30 хв.): 0,01 проти 0,03 мг/дм³ відповідно. Зазначена різниця вмісту Алюмінію у картопляному відварі може бути спричинена рядом процесів: звязуванням Алюмінію у

комплекси з вуглеводами, що надходять у воду з картоплі, адсорбцією Алюмінію на завислих частинках або його дифузіїю в картоплю. Останній збільшує небезпеку інтоксикації Алюмінієм. Однак, в рамках проведеного дослідження доказів на користь такого припущення не одержано.

Враховуючи доступність дешевого алюмінієвого посуду, можна зробити висновок про потенційну загрозу негативного впливу алюмінію на здоров'я людини. Ще більш небезпечним може бути приготування в такому посуді страв на основі кислото-вмісних продуктів, особливо квашеної капусти або фруктово-ягідних відварів та джемів. Можна рекомендувати алюмінієвий посуд використовувати тільки для підігріву або кип'ятіння води. Для приготування харчових продуктів все ж більш безпечним є використання емальованого, чавунного або нержавіючого посуду.

Список використаних джерел

1. Исидоров В.И. Введение в химическую экотоксикологию. Санкт-Петербург: Химиздат, 1999. С. 256.
2. Бдюхина О.Е. Токсикокинетика алюминия и потенциальная опасность его соединений для животных: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 16.00.04 «Ветеринарная фармакология с токсикологией». Казань, 2006.
3. On the Evaluation of a new study related to the bioavailability of aluminium in food. *European Food Safety Authority. EFSA Journal*. 2011, 1–16.
4. Пилипенко А.Т., Сафронова В.Г., Фалендыш Н.Ф. Фотометрические методы определения алюминия в водах. *Химия и технология воды*. 1994, 16(4), 344–360.
5. Сухарев С.Н., Чундак С.Ю. Экстракционно-фотометрическое определение алюминия в воде. *Химия и технология воды*, 1996, 5, 486–491.
6. Вода. Методы определения содержания алюминия: *ГОСТ 18165-2014*. Введен с 01.01.2016.
7. Кульский Л.А., Гороневский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. К: *Наукова думка*, 1980. С. 1206.
8. Тихонов В.Н. Аналитическая химия алюминия. М.: Изд-во «Наука», 1971. С. 266.
9. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості: *ДСТУ 7525:2014*. Чинний з 01.02.2015.
10. Coburn J., Mishel M., Goodman W. Calcium citrate enhances aluminum absorption from aluminum hydroxide. *Am. J. Kidney Dis*. 1991, 6, 708–711.
11. Пилипенко А.Г., Фалендыш Н.Ф., Пархоменко Е.П. Состояние Al(III) в водных растворах. *Химия и технология воды*, 1982, 4(2), 136–150.
12. Saiyed S.M., Yokel R.A. Aluminium content of some foods and food products in the USA, with aluminium food additives. *Food Addit Contam*. 2005, 3, 234–244.
13. Шугалей И.В., Гарабаджиу А.В., Илюшин М.А., Судариков А.М.. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы. *Экологическая химия*. 2012, 21(3), 172–186.
14. Временные гигиенические нормативы содержания некоторых химических элементов в основных пищевых продуктах № 2450-81. Введен с 30.09.81.

Стаття надійшла до редакції: 13.09.2016.

THE SAFETY OF ALUMINUM COOKWARE USING DURING COOKING OF FOOD

Glukh O.S., Symkanych O.I., Beskid A.M., Molnar D.I.

The aluminum cookware is cheap, lightweight and durable - so it is widely used until now. At the same time, numerous studies show that prolonged exposure to aluminum ion can lead to intoxication of man. The changing of aluminum ions concentration in the water during boiling in an aluminum pot by photometric method have been investigated. Increasing of aluminum concentrations in water after addition of acetic and citric acids was found. The results show an increase in aluminum content in water with increasing duration of heat treatment using aluminum cookware. Partial migration of aluminum ions from water into potatoes during boiling was found.