

7. Исследование объемных и поверхностных свойств системы вода – неионогенное ПАВ – жирный спирт – углеводород [Текст] / Е. К. Батищева [и др.] // Коллоид. журн. – 1986. – Т. 48, № 5. – С. 1000–1005.

8. Савгіра, Ю. О. Солюбілізація соняшникової олії у розчинах желатини та агару [Текст] / Ю. О. Савгіра, І. С. Пілюгіна // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х., 2007. – Вип. 2 (6). – С. 215–220.

9. Савгіра, Ю. О. Солюбілізація олії розчинами желатини залежно від способу диспергування олії [Текст] / Ю. О. Савгіра, І. С. Пілюгіна // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Міжнар. наук.-практ. конф., 19 листоп. 2008 р. : [присвяч. 70-річчю з дня народж. д-ра техн. наук, проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ Беляєва М. І. : тези] : у 2-х ч. / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2008. – Ч.1. – С. 411–412.

Отримано 31.03.2010. ХДУХТ, Харків.

© Ю.О. Савгіра, І.С. Пілюгіна, 2010.

УДК 663.952

О.Ф. Аксьонова, канд. техн. наук, доц.

О.В. Добровольська, ст. викл.

Д.Є. Вовченко, студ.

М.В. Савін, студ.

Д.А. Городажев, студ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ФЛУОРИД-ІОНІВ У ЧОРНОМУ ТА ЗЕЛЕНОМУ ЧАЇ РІЗНИХ ТОРГОВИХ МАРОК

Наведено результати потенціометричного визначення активності флуорид-іонів у водних настоях чорного і зеленого чаю різних торгових марок середнього цінового сегмента, представлених у торговій мережі Харкова.

Приведены результаты потенциометрического определения активности фторид-ионов в водных настоях черного и зеленого чая разных торговых марок среднего ценового сегмента, представленных в торговой сети Харькова.

The results potentiometric of definition of activity fluoride-ions in beverages on the base of black and green tea of the different trade marks of an average price segment submitted in a trade network of Kharkov are given.

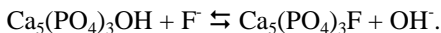
Постановка проблеми у загальному вигляді. Флуориди, що містяться у воді та продуктах харчування, можуть бути корисними для зубів і скелету людини, але у разі надмірного споживання викликають флюороз і порушення у роботі опорно-рухового апарату. Ще Паррацельс (1493-1541) писав, що всі речовини є отрутами, але вірна доза

ділить їх на отрути і ліки. Для флуорид-іонів характерним є досить швидкий перехід від фізіологічно корисних до токсичних концентрацій. Саме тому питання контролю вмісту флуорид-іонів у воді та продуктах харчування є актуальним.

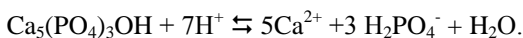
Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні визнано, що харчування є одним з найголовніших чинників, що визначають здоров'я людини. Правильне харчування забезпечує нормальне зростання й функціонування живого організму, підтримує у нормі гомеостаз, сприяє профілактиці багатьох захворювань, підвищує працездатність, забезпечує адаптацію до навколишнього середовища [1]. Збалансоване харчування – це не лише забезпечення організму необхідною кількістю енергії (ккал), а і різноманітне харчування, що містить у достатній кількості білки, вуглеводи, жири рослинного і тваринного походження, вітаміни і мінеральні речовини.

Флуор відноситься до мінеральних речовин, добова потреба у ньому дорослої людини складає 1,5...4,0 мг, дитини – 0,6 мг. Цікавість до біологічної дії флуору пов'язана, насамперед, із проблемами захворювання зубів, які виникають через дефіцит або надлишок його в організмі людини.

Недостатня кількість флуору в організмі викликає карієс зубів. Мінеральну основу зубних тканин – дентину, складають гідроксилапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, хлорапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ і фторапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$. Флуорид-іон легко заміщує гідроксил-іон у гідроксилапатиті, утворюючи захисний шар емалі з більш твердого фторапатиту:



Карієс починається з утворення на поверхні зубу пошкодженої ділянки емалі у вигляді плями. Під дією кислот гідроксилапатитна компонента емалі розчиняється:



Від нестачі флуору страждають не лише зуби, а і м'язи, можливі аномалії судин і втрата їх еластичності [2].

Надлишок флуору порушує хімічний гомеостаз організму людини, викликає флюороз. Надмірні кількості флуору інгібують низку ферментативних реакцій, зв'язують важливі у біологічному відношенні елементи (P, Ca, Mg та ін.), чим порушують їх баланс в організмі [3].

Відомо, що основним джерелом флуору для людини є питна вода. Оптимальним вважається його вміст у ній 0,5...1,0 мг/л. Але водні джерела (як поверхневі, так і підземні) мають різний вміст флуо-

рид-іонів, тому питанням контролю їх вмісту у питній воді та напоях на її основі приділяється все більше уваги [4; 5].

Чай є одним з найпоширеніших напоїв у світі, він здавна користується популярністю і серед населення України. У мережі Internet протягом останніх кількох місяців поширюється інформація, згідно з якою пакетовані чорні чаї містять надлишкові кількості флуорид-іонів. Відомо, що листя рослин можуть накопичувати сполуки флуору шляхом його адсорбції з води і ґрунту [6], це обумовлено його гарною розчинністю у воді та високою реакційною здатністю. Акумуляція флуору залежить від наявності його рухливих сполук у навколишньому середовищі та індивідуальних особливостей організму рослини.

З огляду літератури, інформації, знайденої і Internet, незрозуміло, чому акцентування робиться саме на пакетовані чорні чаї, чи відрізняється вміст флуорид-іонів у чорному і зеленому чаях, чи визначається вміст флуорид-іонів у крупнолистових чаях. Ми вважаємо, що визначення вмісту флуорид-іонів у чорному і зеленому чаях є не лише важливим аналітичним завданням, а й представляє практичний інтерес для будь-якої людини, яка піклується про своє здоров'я.

Мета та завдання статті. У статті наведено одержані нами результати експериментального дослідження вмісту флуорид-іонів і визначення кінетичних характеристик його зміни у водних настоях чорного і зеленого чаїв найбільш поширених торгових марок середнього цінового сегмента, представлених у торговій мережі Харкова, а саме:

– Greenfield:

1. «Golden Ceylon» – цейлонський чай чорний байховий у пакетиках для разової заварки.

2. «Golden Ceylon» крупнолистовий.

3. Зелений у пакетиках.

4. Зелений крупнолистовий.

– Ahmad:

5. «English Breakfast Tea» – чорний байховий чай (суміш найміцніших індійського, кенійського і цейлонського чаїв), пакетований.

6. «English Breakfast Tea» – чорний байховий чай (суміш найміцніших індійського, кенійського і цейлонського чаїв).

7. «Green Tea» – зелений чай листовий байховий дрібний (гатунок «Букет»), в одноразових пакетиках.

8. «Green Tea» – зелений чай листовий байховий (гатунок «Букет»).

– Hyleys:

9. «English Aristocratic Tea» – цейлонський чорний байховий чай без домішок, пакетований.

10. «English Aristocratic Tea» – цейлонський надзвичайно крупнолистовий чорний байховий чай без домішок.

11. «English Green Tea» – чай зелений байховий (купаж цейлонського і китайського чаїв) дрібнолистовий, у пакетиках.

12. «English Green Tea» – чай зелений байховий (купаж цейлонського і китайського чаїв) крупнолистовий.

– Edwin:

13. «English Breakfast Tea» – чорний листовий пакетований чай із ароматизатором бергамоту.

14. «English Breakfast Tea» – чорний листовий чай із ароматизатором бергамоту.

15. «Green Tea» – відбірний зелений цейлонський чай.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для визначення вмісту флуорид-іонів розроблено досить велику кількість методик. Використовуються іонна хроматографія, капілярний електрофорез, спектрофотометрія і люмінесцентна фотометрія [7]. За ГОСТ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю» активність флуорид-іонів визначають потенціометричним або фотометричним методом.

Дослідження вмісту флуорид-іонів у водних розчинах чаїв ми проводили потенціометричним методом за методикою прямого потенціометричного визначення за допомогою флуорид-селективного електроду, який має інтервал виконання електродної функції 10^{-6} – 1 М в межах рН 4...8.

Дана методика відрізняється швидкістю, простотою, високою чутливістю, селективністю (визначенню не заважають багатократний надлишок іонів Cl⁻, Br⁻, I⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻ та ін., за виключенням іонів OH⁻), економічністю. Для запобігання одержання занижених результатів визначення внаслідок впливу катіонів Al³⁺, Fe³⁺ та ін., які зв'язують флуорид-іони у комплексні сполуки, флуорид-іони демаскують додаванням до аналізованого розчину натрій цитрату, який утворює комплексні сполуки з цими катіонами, вивільняючи флуорид-іони. Для стабілізації іонної сили у випадках, коли концентрація флуорид-іонів і аналізованому розчині є невисокою, додають до проби і до стандартних розчинів, які використовуються для побудови калібрувального графіка, надлишок інертного електроліту, наприклад, KNO₃. За цих умов іонний склад стандартних розчинів стає приблизно однаковим з іонним складом аналізованих розчинів, тому точність визначення підвищується.

Визначення вмісту флуорид-іонів проводили за температури $25,0 \pm 0,1^{\circ}$ С флуорид-селективним електродом у ланцюзі з переносом за допомогою потенціометра Р 37-1, нуль-інструмент: рН-метр-мільвольтметр рН-121. Електродом порівняння служив хлорсрібний електрод. Калібрування ланцюга проводили за стандартними розчина-

ми натрій флуориду, причому розчин з концентрацією натрій флуориду 0,1 М готували ваговим методом, розчини з концентраціями натрій флуориду $1 \cdot 10^{-2}$ М, $1 \cdot 10^{-3}$ М, $1 \cdot 10^{-4}$ М, $1 \cdot 10^{-5}$ М – шляхом послідовного відбору аліквот і розведення.

Водні розчини чаїв готували шляхом заварювання наважки або чайного пакетика масою 2 г дистильованою водою об'ємом 200 мл за температури 98° С. Визначення на вміст флуорид-іонів проводились через 5, 15 та 60 хвилин заварювання.

Стабілізація рН в межах 5,0...5,5 і стабілізація іонної сили у розчинах досягалась шляхом додавання до них буферного розчину.

Вимірювання проводились у трьох паралельних. За результат вимірювання приймалось середнє арифметичне з трьох паралельних. Математичну обробку одержаних даних проводили з використанням пакету програм MATLAB.

Результати визначення вмісту флуоридів у приготовлених на дистильованій воді настоях чорного і зеленого чаїв різних торгових марок наведено, відповідно, у таблицях 1 і 2.

Таблиця 1 – Дані експериментального визначення вмісту флуорид-іонів (мг/дм³) у чорному чаї різних ТМ

Торгова марка	Чорний чай (листовий)			Чорний чай (пакетований)		
	5 хв	15 хв	60 хв	5 хв	15 хв	60 хв
Greenfield	1,23	1,64	2,08	3,20	4,27	5,43
Ahmad	1,72	2,18	2,64	9,2	11,7	11,87
Hyleys	2,29	2,77	3,20	2,18	2,64	3,05
Edwin	0,92	1,17	1,36	2,77	3,53	4,07

Таблиця 2 – Дані експериментального визначення вмісту флуорид-іонів (мг/дм³) у зеленому чаї різних ТМ

Торгова марка	Зелений чай (листовий)			Зелений чай (пакетований)		
	5 хв	15 хв	60 хв	5 хв	15 хв	60 хв
Greenfield	0,032	0,040	0,051	3,32	4,13	5,36
Ahmad	0,060	0,072	0,079	0,99	1,17	1,39
Hyleys	0,026	0,033	0,041	2,45	3,05	3,93
Edwin	0,004	0,005	0,007	-	-	-

Порівнюючи вміст флуорид-іонів у пакетованих і листових чаях, бачимо, що пакетовані чаї містять більше флуорид-іонів, ніж листові. Вміст флуорид-іонів у чорних пакетованих чаях дещо більший, ніж у пакетованих зелених. Можна стверджувати, що чорний пакето-

ваний чай містить надмірні кількості флуоридів. Особливу увагу треба звернути на чорний пакетований чай ТМ «Ahmad», оскільки в ньому вміст флуоридів приблизно в чотири рази більший, ніж у чорному пакетованому чаї інших досліджуваних ТМ. Цей факт можна пояснити тим, що цей чай є сумішшю індійського чаю різних сортів. На нашу думку, це дає привід замислитися над якістю сировини, яка йде на виготовлення цього чаю. Чайні напої, виготовлені з чаю ТМ «Greenfield», «Huleys», «Edwin» містять приблизно однакові концентрації флуорид-іонів.

Чорний листовий чай містить приблизно у два рази менші концентрації флуоридів, ніж пакетований. При цьому листовий чай ТМ «Ahmad» не відрізняється від чаїв інших ТМ за вмістом флуоридів. Зелений листовий чай містить значно менші концентрації флуорид-іонів порівняно із чорним, причому найменший вміст флуорид-іонів визначено у зеленому листовому чаї ТМ «Edwin».

З даних щодо кінетики дифузії флуорид-іонів з чаю (як листового, так і пакетованого) у розчин бачимо, що найбільша кількість флуоридів переходить до розчину протягом перших п'яти хвилин після початку заварювання, але через шістдесят хвилин концентрація флуорид-іонів зростає вдвічі, тому вважаємо, рекомендації щодо термінів заварювання чаю протягом 5 хвилин мають підставу.

Висновки. Проведений нами аналіз літератури дає підстави стверджувати, що флуор є мікроелементом, дефіцит або надлишок якого в організмі людини сприяє розвитку багатьох захворювань, тому добова потреба у ньому нормується. Оскільки основним джерелом флуору для людини є питна вода, а водні джерела мають різний вміст флуорид-іонів, визначено, що вміст флуорид-іонів у питній воді та напоях на її основі потрібно контролювати.

Інформація щодо підвищеного вмісту флуоридів у чорному пакетованому чаї підтвердилася. За результатами проведеного нами дослідження і чорні, і зелені пакетовані чаї містять більше флуорид-іонів, ніж листові, причому чорний листовий чай містить приблизно у два рази менші концентрації флуоридів, ніж пакетований, а зелений листовий чай – більш ніж на два порядки менші концентрації флуорид-іонів порівняно із чорним листовим чаєм. Дослідження кінетики дифузії флуорид-іонів з чаю показали, що найбільша кількість флуоридів переходить до розчину протягом 5 хв. заварювання, і зі збільшенням часу заварювання вміст їх у напої зростає.

Подальші дослідження планується провести у напрямі визначення вмісту флуоридів різними методами у чорному і зеленому чаю, заварених на природних водах Харківської області з різних джерел.

Але і вже проведені дослідження дають підстави стверджувати, що вміст флуорид-іонів у воді та напоях на її основі слід контролювати обов'язково. Особливу увагу населення та органів контролю якості продуктів харчування слід звернути на чай, оскільки чайне листя має здатність до акумуляції флуоридів, які під час заварювання переходять у напої. Особливо небезпечним з огляду на вміст флуоридів є пакетований чай – як чорний, так і зелений.

Вважаємо, що проведення комплексу досліджень з визначення вмісту флуоридів у харчових продуктах і напоях дозволить об'єктивно оцінити ситуацію та розробити обґрунтовані рекомендації щодо збалансованого харчування для різних груп населення нашої країни.

Список літератури

1. Минеральные вещества – основа снижения антропогенного воздействия окружающей среды на организм человека [Текст] / А. А. Ефремов [и др.] // Химия растительного сырья. – 2002. – № 3. – С. 65–68.
2. Окоделова, О. В. Гигиеническая оценка и обоснование мер профилактики дефицита фтора на примере Алтайского края [Текст] : автореф. дис. ... канд. мед. наук: спец. 14.00.07 «Гигиена» / О. В. Окоделова – Омск, 2000. – 24 с.
3. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy [Text] // Official Journal of the European Communities. – L327. – 22.12.2000. – 72 p.
4. До питання знефторювання води [Текст] / О. М. Ленінський [та ін.] // Наукові записки. – 2006. – Том 55. Хімічні науки і технології. – С. 78–82.
5. Содержание фторида в питьевых водах и напитках и его связь с профилактикой кариеса и флюороза зубов [Текст] / Ю. Н. Боринский [и др.] // Стоматология. – 2009. – № 5. – С. 59 – 63.
6. Павлов, И. Н. Изучение сорбции фтора в листьях древесных растений [Текст] / И. Н. Павлов // Химия растительного сырья. – 1998. – № 2. – С. 37–43.
7. Егоров, В. В. Определение фторид-ионов титрованием хлоридом алюминия до заданного потенциала [Текст] / В. В. Егоров, И. В. Качанович, В. А. Назаров // Журнал аналитической химии – 2008. – Т. 63. – № 9. – С. 990–994.

Отримано 31.03.2010. ХДУХТ, Харків.

© О.Ф. Аксьонова, О.В. Добровольська, Д.С. Вовченко, М.В. Савін, Д.А. Городажев, 2010.