

ШИФР: ФТОРИДИ

НАЗВА РОБОТИ: ТЕХНІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ ЩОДО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИМ РІВНЕМ
СПОЖИВАННЯ ФТОРУ

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 ЗАБЕЗПЕЧЕННІСТЬ ЛЮДИНИ МІКРОЕЛЕМЕНТОМ ФТОРОМ: ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ, ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ТА ЇХ КОРИГУВАННЯ	5
1.1 Значення фторидів для здоров'я людини	5
1.2 Питна вода – головне джерело забезпечення людини фтором	6
1.2.1 Нормування вмісту фтору в питній воді.....	6
1.2.2 Концентрація фторидів в водних об'єктах.....	7
1.3 Кондиціонування води питного призначення за вмістом фторидів	9
1.4 Додаткові джерела фторидів - продукти харчування.....	11
1.5 Вплив різних чинників на засвоєння фтору людиною.....	13
РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	15
2.1 Об'єкти і методи дослідження	15
2.1.1 Об'єкти дослідження	15
2.1.2 Методи дослідження.....	16
2.2 Результати та обговорення.....	17
2.2.1 Визначення вмісту фторидів в воді з джерел питного водопостачання Харківської області	17
2.2.2 Технічні заходи для забезпечення екологічної безпеки досліджених вод питного призначення за концентрацією фторидів.....	19
2.2.3 Дослідження вмісту фторидів у бутильованій воді питного призначення	23
2.2.4 Дослідження вмісту фторидів у різних видах чаю торгової марки «Tess» та залежності його екстракції в чайній настій від жорсткості води	24
ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29

ВСТУП

Фтор - є одним з хімічних елементів, мікрокількість якого обов'язкова для повноцінного функціонування організму людини. Норма споживання фтору для дорослих за даними Комісії з ліків і продуктів Інституту медицини США становить 3-4 мг на добу з усіх джерел. При нестачі фтору виникає захворювання зубів карієс - одна з найбільш поширених патологій порожнини рота. Надлишок фтору в організмі протягом певного періоду часу може призвести до розвитку нервових захворювань, руйнування кісткової тканини, прискороного старіння організму і флюорозу - ураженні зубної емалі.

Фтор у складі фторидів в природі досить поширений і в організм людини надходить з багатьох джерел, але основним джерелом сполук фтору є вода. Тому його вміст у воді питного призначення жорстко нормується як за мінімальною, так і за максимальною допустимою концентрацією.

Водопідготовка – технологія, що забезпечує кондиціонування природних вод для питного водопостачання, є техногенним чинником безпеки питної води для населення, в тому числі і за вмістом фтору. Для забезпечення населення питною водою, фізіологічно повноцінною за вмістом фторидів, розроблено низку технічних заходів, які в Україні, нажаль, мало поширені. Вони призначені, головним чином, для використання на промислових об'єктах централізованого водопостачання. Для підвищення вмісту фторидів пропонуються різні методи фторування води, що здійснюються шляхом обробки її фторвміщуючими реагентами. Можливо також використовувати для пиття і приготування їжі бутильовану фторовану воду. А для запобігання масового захворювання населення флюорозом рекомендоване дефторування води різними технічними засобами. Додаткову кількість фтору людина отримує з фторованої зубної пасти (або порошку), зубних еліксирів, жувальної гумки, лікарських засобів, а також з деяких продуктів харчування.

Проте питна вода (централізованого водопостачання, підземна, бутильована) була, є і буде головним джерелом забезпечення людини фізіологічно повноцінним вмістом фтору, а водопідготовка – найважливішим технічним заходом для здійснення цієї задачі. Дослідження гідрохімії фтору в різних водних середовищах, встановлення особливостей його міграції та концентрації - наукова проблема, вирішення якої може стати основою для розробки принципово нових й удосконалення існуючих технологій з отримання вод з кондиційним вмістом фтору.

Мета даної роботи – дослідження впливу водопідготовки на концентрацію фторидів у воді питного призначення, оцінка забезпеченості населення Харківської області фторидами з питною водою з різних джерел (централізованого водопостачання, підземної, бутильованої), та харчових продуктів - чаю.

Задачі роботи:

- Аналіз проблеми забезпеченості людини фтором, його впливу на здоров'я людини, основних джерел надходження та їх корегування;
- Експериментальне дослідження вмісту фторидів в питній воді різного походження (централізованого водопостачання, підземної, бутильованої), що споживається мешканцями м. Харкова та Харківської області;
- Експериментальне дослідження впливу технічних заходів водопідготовки на забезпечення екологічної безпеки вод питного призначення за концентрацією фторидів;
- Дослідження вмісту фторидів у різних видах чаю та залежності його екстракції в чайній настій від якості води.

РОЗДІЛ 1 ЗАБЕЗПЕЧЕННІСТЬ ЛЮДИНИ МІКРОЕЛЕМЕНТОМ ФТОРОМ: ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ, ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ТА ЇХ КОРИГУВАННЯ

(аналітичний огляд науково-технічної літератури)

1.1 Значення фторидів для здоров'я людини

Гео- та гідрохімія фтору (F) в об'єктах навколишнього середовища тісно пов'язана з екологічними і соціально-економічними проблемами. Фтор - є одним з хімічних елементів, мікрокількість якого обов'язкові для повноцінного функціонування організму людини. Важливість фтору для здоров'я людини спочатку була обґрунтована стоматологічними дослідженнями. У минулому столітті була відкрита ролі фтору в зміцненні зубної емалі і профілактиці карієсу за рахунок пригнічують вплив фтористих сполук на ріст патогенної мікрофлори в роті [1-3]. Проте наразі визнано, що фтор виконує багато найважливіших функцій в людському організмі:

- регулює обмін речовин;
- грає важливу роль в процесі формування всього кісткового скелета ще при внутрішньоутробному розвитку;
- у разі перелому або тріщини кістки— прискорює зрощення її тканин;
- у сполученні з кальцієм і фосфором утворює основу зубної емалі;
- позитивно впливає на кровоносну систему;
- підвищує імунітет;
- сприяє виведенню важких металів, радіонуклідів та інших небезпечних речовин для організму.
- бореться з остеопорозом;
- поліпшує ріст нігтів та волосся;
- активує багато ферментних систем в організмі;

- покращує всмоктування в кишечнику кальцію;
- попереджає появу карієсу.

Норма споживання фтору для дорослих за даними Комісії з ліків і продуктів Інституту медицини США становить 3-4 мг на добу з усіх джерел і 2 мг для дітей до 14 років (діти віком до 8 років - 1 мг, малюки до 1 року - 0,5 мг) [4].

1.2 Питна вода – головне джерело забезпечення людини фтором

1.2.1 Нормування вмісту фтору в питній воді

В природі фтор у вигляді фторидів розповсюджений досить широко і в організм людини надходить з багатьох джерел., але основними джерелами сполук фтору є вода. Тому його вміст у воді питного призначення жорстко нормується як за мінімальною, так і за максимальною допустимою концентрацією: в країнах ЄС -0,5-1,5 мг/дм³, в Україні (ДСанПіН 2.2.4- 171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людини») - 0,7-1,5 мг/дм³ [5]. Рекомендована Всесвітньою організацією охорони здоров'я концентрація фтору в питній воді - 0,7-1,5 мг/дм³.

В Україні нормативне значення концентрації фтору співпадає з рекомендованих ВООЗ. Однак у наш час в Україні для водоспоживання широко використовують води з некондиційним вмістом фтору, що викликає виникнення різних ендемічних захворювань. Надлишок фтору в організмі протягом певного періоду часу може призвести до розвитком нервових захворювань, руйнуванням кісткової тканини, прискореному старінням організму і флюорозом. Флюороз - ураження зубної емалі, пов'язане з постійним і тривалим попаданням в організм надмірної кількості фтору. Флюороз може носити ендемічний і професійний характер. Виявляється появою на зубах спочатку білуватих, а потім жовтих плям або смуг, ерозійними або деструктивними змінами емалі. У важких випадках супроводжується ураженням кісткової тканини скелета. До того ж в разі надлишку страждає

кальцієво-фосфорний обмін, порушується функціонування щитовидної залози і нирок, а також частина обмінних процесів. У разі діагностування флюорозу пацієнту в першу чергу необхідно поміняти вживану їм питну воду.

При нестачі фтору виникає захворювання зубів карієс. Карієс зубів - одна з найбільш поширених патологій порожнини рота. При цьому захворюванні відбувається ураження твердих тканин зуба і їх поступове руйнування [6]. На рис. 1 зображена графічна залежність розвитку флюорозу та карієсу від концентрації фтору у питній воді.

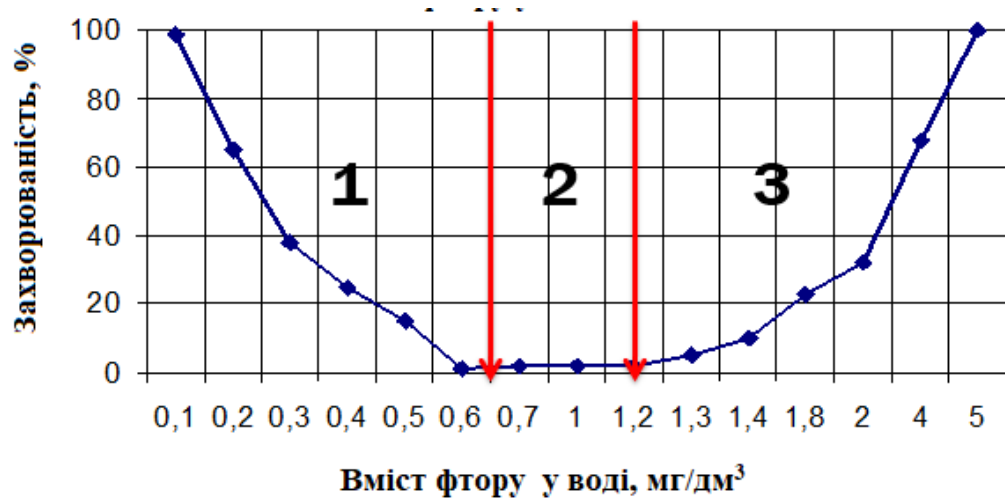


Рисунок 1 – Захворюваність карієсом та флюорозом в залежності від вмісту фтору у воді: 1 – карієс, 2 – оптимальний вміст фтору, 3 - флюороз

1.2.2 Концентрація фторидів в водних об'єктах

Геохімія фтору в природних водах визначає можливість їх використання для питного водопостачання. У воду фтор надходить у результаті ряду як природних так і штучних процесів: вивітрювання з порід, які його містять; метеорні води; викиди вулканів і промисловості; введення в ґрунт фторвмісних добрив; штучне фторування води.

Вміст фтору у воді з підземних джерел обумовлено:

- ґрунтом і його консистенцією;
- геологічними, фізичними і хімічними показниками району;

- пористістю породи;
- температурою;
- кислотністю;
- глибиною і ін.

У зв'язку з цим, вивчення геохімії фтору в питних водах, встановлення особливостей його міграції та концентрації - наукова проблема, вирішення якої може стати основою для розробки принципово нових технологій з отримання вод з кондиційним вмістом фтору.

За медичними та геохімічним даним на території України виділено 4 основні геохімічних регіону з різним вмістом фтору і його активних форм в об'єктах навколишнього середовища [7]:

- перший регіон, з нульовим і низьким вмістом фтору в питній воді;
- другий регіон, зі зниженим рівнем фтору;
- третій регіон, з нормальним вмістом фтору;
- четвертий регіон, з підвищеним вмістом фтору.

До першого регіону, з нульовим і низьким вмістом фтору в питній воді віднесені - Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Волинська, Рівненська області; до другого регіону, зі зниженим рівнем фтору - Київська, Житомирська, Хмельницька, Вінницька, Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька області; до третього регіону, з нормативним вмістом фтору - Чернігівська, Луганська, Сумська, Харківська області; до четвертого регіону, з підвищеним вмістом фтору - Полтавська, Кіровоградська, Дніпропетровська, Донецька області [8]. Як видно з представлених даних, Харківська область віднесена до територій України з нормативним вмістом фтору в питній воді.

У табл.1 представлені дані щодо концентрації фтору у водних об'єктах України. Виходячи з цих даних можна зробити висновки, що в більшості водних об'єктах України концентрація фтору нижче нормативного, особливо в р. Дніпро, р. Рось, р. Південний Буг. Для забезпечення екологічної безпеки населення, що проживає в басейнах цих річок і користується ними як

джерелами питного водопостачання, потрібно проводити фторування води або збагачувати раціон продуктами, які містять достатню кількість фтору.

Таблиця 1 – Вміст фтору у водних об'єктах України

Водний об'єкт	Концентрація фтору, мг/дм ³
р. Молочна	0,6
р. Кальміус	0,84
р. Сула	0,44
р. Ворскла	0,3
р. Прип'ять	0,14
р. Тетерів	0,18
р. Прут	0,55
р. Тясмин	0,59
р. Дніпро	0,09-0,26
р. Рось	0,12-0,18
р. Південний Буг	0,17-0,3
Гірські річки Південного берега Криму	0,2

1.3 Кондиціювання води питного призначення за вмістом фторидів

Для забезпечення населення питною водою фізіологічно повноцінною за вмістом фторидів розроблено низку технічних заходів, які служать техногенним чинником її екологічної безпеки. Ці заходи призначені, головним чином, для використання на промислових об'єктах централізованого водопостачання. Для підвищення вмісту фторидів пропонуються різні методи фторування води, що здійснюється шляхом обробки її фторвміщуючими реагентами: кремнефтористою кислотою H_2SiF_6 , кремнефтористим натрієм Na_2SiF_6 , фтористоводневою кислотою HF , фторидом натрію NaF , фторидом кальцію CaF_2 , фторидом алюмінію AlF_3 . Можна застосовувати два способи

фторування води: цілорічний однією дозою та посезонний (зимовою і літньою дозою).

Оптимальну концентрацію фторидів в питній воді комунального централізованого водопостачання створюють найчастіше за допомогою кремнефтористого натрію при використанні спеціальних фтораторних установок сатураторні типу або установок з розчинними баками) [9].

Вперше штучне фторування води було введено в 1945 р. в США. Зараз воно проводиться в 39 країнах (США, Канаді, Австралії, Новій Зеландії та ін.) і охоплює понад 300 млн осіб. США відносять фторування води в країні до десятки великих досягнень національної охорони здоров'я ХХ століття. У США також велике поширення і використання отримала фторована сіль. У Європі не прийнято фторувати воду або сіль, більш актуальні фторвмісні зубні пасти.

Щоб запобігти масовому захворюванні населення флюорозом доцільно проводити дефторування води. Для зменшення вмісту фторидів у воді розроблені такі методи:

- Метод іонного обміну з використанням селективних іонітів (витяг з води іонів фтору і заміна їх на безпечні іони водню або натрію);
- Сорбційний метод (фільтрація води через сипучий матеріал, здатний вступати в хімічні реакції з іонами фтору). Такі сорбенти представлені іонообмінними смолами, глиноземом, кістковим борошном, трикальційфосфатом, активованим вугіллям, модифікованими цеолітами;
- Метод зворотного осмосу (процес пропускання води через напівпроникну мембрану). Проти при цьому фільтр зворотного осмосу відфільтрує і все солі. Вода стане фактично дистильованою;
- Метод коагуляції алюмокалієвими квасцями або осадженням вапном;
- Метод електрокоагуляції (зв'язування фтору електролізним розчиненням у воді алюмінієвих анодів) [4].

Фторування питної води в домашніх умовах проводять за допомогою системи очищення води «Бар'єр-5», яка забезпечує концентрацію фториду в

воді до 0,8-1 мг/л. Можна також використовувати для пиття і приготування їжі бутильовану фторовану воду.

Додаткова кількість фтору людина отримує з фторованої зубної пасти (або порошку), зубних еліксирів, жувальної гумки або лікарських засобів. За одну процедуру чищення зубів фторованою зубною пастою може відбуватися поглинання 50 мкг фтору, а при полосканні зубним еліксиром - до 2 мг.

1.4 Додаткові джерела фторидів - продукти харчування

У разі нестачі фторидів в питній воді вміст фтору в деяких продуктах харчування дозволяє населенню обійтися без додаткового прийому фармацевтичних препаратів цієї речовини.

Надходячи з їжею цей елемент практично весь всмоктується в кишечнику і незначно виділяється з калом. Після всмоктування 99% фтору надходить в кістки та зуби, а всього лише 1% — в м'які тканини. Баланс цього мікроелемента в організмі підтримується за рахунок плазми крові, яка при необхідності збільшує мобілізацію елемента з кісток і зубів в кровотік і його доставку в органи, які його потребують. Виділення цієї речовини здійснюється тільки сечею. Тому при патології нирок може спостерігатися надлишок фтору в організмі, що супроводжується розвитком ряду патологічних станів, навіть якщо надмірна кількість мізерно мало.

Продукти багаті на фтор – це риба, креветки, мідії, кальмари та ін. Важливо, що морська риба в 10 разів перевершує річкову за вмістом цієї речовини.

Молоко, сир, кефір, овочі, зелень петрушки і кріп багаті цим мікроелементом, і навпаки, ягоди і фрукти не є його джерелами. Детальна інформація щодо вмісту фтору у різних продуктах харчування наведена у табл. 2. Важливо підкреслити, що максимум фтору зберігається у свіжих продуктах, які не піддавалися термічній обробці. Якщо ж вони варилися або попередньо вимочувалися, значна частина елемента буде втрачена [4, 6].

Таблиця 2 - Вміст фторидів у різних продуктах харчування

Їжа	Вміст фторидів (мг/л, мг/кг)	
	Рівень	Межі коливань
Продукти тваринного походження		
Яловичина	0,9	0,2-2,0
Свинина	1,2	0,2-3,3
Курятина	-	1,4
Яловичі нирки	7,7	6,9-10,1
Яловиче серце	2,5	2,3-2,7
Яловича печінка	5,5	5,2-5,8
Скумбрія	25,51	0,02-84,47
Лосось	8,55	4,16-19,34
Устриця	1,24	0,65-1,58
Сардина	9,2	7,3-12,5
Яйця	0,4	0,00-1,48
Молоко коров'яче	0,17	0,07-0,55
Сир	-	1,62
Масло	-	1,50
Овочі та фрукти		
Цитрусові	0,17	0,03 - 0,36
Нецитрусові фрукти	0,34	0,00-1,32
Зернові і продукти з них	0,57	0,10-4,00
Пшениця	2,8	1,7-4,0
Пшеничне борошно	-	0,3-0,4
Боби	0,13	0,11-0,15
Капуста	0,31	0,12-0,80
Картопля	1,19	0,07 - 6,4
Шпинат	0,78	0,21-1,8
Напої		
Чай	55,51	3,2-398,8
Кава	0,90	0,2-1,6
Вино	0,98	0.00-6,34

1.5 Вплив різних чинників на засвоєння фтору людиною

Підвищена витрата фтору людиною виникає при:

- активних заняттях спортом;
- ожирінні;
- високій температурі навколишнього повітря.

У цих ситуаціях рекомендується збільшити кількість рідини, що випивається, до 2,5-3 літрів на добу, що не тільки покриває добову потребу у елементі, але і нормалізує водний баланс в організмі, зможе запобігти дегідратації (зневоднення). Також корисно вживати в їжу морепродукти, багаті на фтор.

На засвоєння фтору можуть впливати деякі лікарські препарати. Тому, навіть незважаючи на вживання продуктів, що містять цей мікроелемент у достатній кількості, велика ймовірність розвитку фтордефіцитного стану.

Уповільнюють всмоктування цієї речовини такі лікарські препарати, як:

- Маалокс та Альмагель (бореться з підвищеною кислотністю шлунку);
- Магне-В6 (заспокоює нервову систему);
- Кардіомагніл (покрощує роботу серця) та інші.

Іони алюмінію та магнію вступають у конкуренцію з фтором, так як всмоктуються через одні і ті ж канали, а також з участю одних і тих же транспортних систем.. Токоферол і ретинол, навпаки, підвищують його всмоктування. Це створює умови для утворення кальцифікатів, так як фтор посилює процес всмоктування кальцію, що є основою цих конкрементів. Йод викликає аналогічний ефект. Примітно, що у великій кількості елемент міститься в продуктах моря, багатих також йодом. Це призводить до потенціювання всмоктування, що дозволяє не допустити недолік як фтору так і йоду в організмі.

Оптимальний рівень фтору в організмі людини — запорука нормального стану зубів і кісток, волосся і нігтів. Нестача може призвести до розвитку дефіциту і пов'язаних з ним проблем зі здоров'ям [3, 4].

РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Об'єкти і методи дослідження

2.1.1 Об'єкти дослідження

Об'єктами експериментальних досліджень були:

- Вода питного призначення, що використовується у Харківській області, з централізованих джерел питного водопостачання й підземних вод (свердловин, колодязів та джерел);
- Вода питного призначення бутильована, що використовується у Харківській області;
- Модельні води з різним вмістом фторидів;
- Чай марки «Tess», що використовується в Харківській області.

Для гідрохімічного аналізу було відібрано проби води з 15 різних джерел питного водопостачання, які використовуються населенням Харківської області:

1. Колодязь в с. Великі хутора (Шевченківський район);
2. Колодязь в м. Балаклія;
3. Колодязь в м. Валки;
4. Свердловина в м. Богодухів;
5. Свердловина в с. Карлівка Богодухівський р-н;
6. Свердловина в м. Люботин;
7. Джерело в м. Люботин;
8. Свердловина в м. Куп'янськ;
9. Свердловина в м. Лозова;
10. Свердловина в с. Вільшани Дергачівський р-н;
11. Свердловина в с. Колісниківка Куп'янський р-н;
12. Джерело в м. Дергачі;
13. Джерело в п. Коротич (Харківський район);
14. Водопровідна вода в м. Вовчанськ;

15. Водопровідна вода в м. Харкові (Олексіївський житловий масив);

16. Водопровідна вода в м. Харкові (Салтівський житловий масив).

Для гідрохімічного аналізу бутильованої води відібрали 5 проб води різних торгових марок: Роганська, Миргородська, Поляна Квасова, Березовська, Моршинська.

Види чаю марки «Tess», що досліджували в лабораторних експериментах:

- Зелений розсипний;
- Зелений пакетований;
- Чорний розсипний;
- Чорний пакетований.

2.1.2 Методи дослідження

Визначення концентрації фторидів в пробах води виконували фотоколориметрично цирконій-алізариним методом (рис. 2), жорсткості води – тетраметрично з Еріхромом чорним, концентрації азоту амонійного – фотоколориметрично з реактивом Неслера, концентрації нітритів – фотометрично з α -нафтиламіном за методиками, рекомендованими нормативними документами України [10, 11, 12].



Рисунок 2 – Фотометричне визначення концентрації фторидів у воді

Для отримання чаю з розсипного матеріалу використовували метод, рекомендований науково-технічною літературою: 1,5 г наважки сухого чаю заливали 100 см³ окропу, або 3 г наважки зеленого сухого чаю заливали 200 см³ окропу. Час заварювання чаю – 1 година.

2.2 Результати та обговорення

2.2.1 Визначення вмісту фторидів в воді з джерел питного водопостачання Харківської області

За даними [7] Харківська область віднесена до регіонів із вмістом фторидів у водних джерелах в межах норми. Проведено дослідження вмісту фторидів у воді питного призначення, відібраної в населених пунктах Харківської області [8]. Результати гідрохімічного дослідження проб води, відібраних з різних джерел питного водопостачання населених місць Харківської області представлені на рис. 3 та в табл. 3.

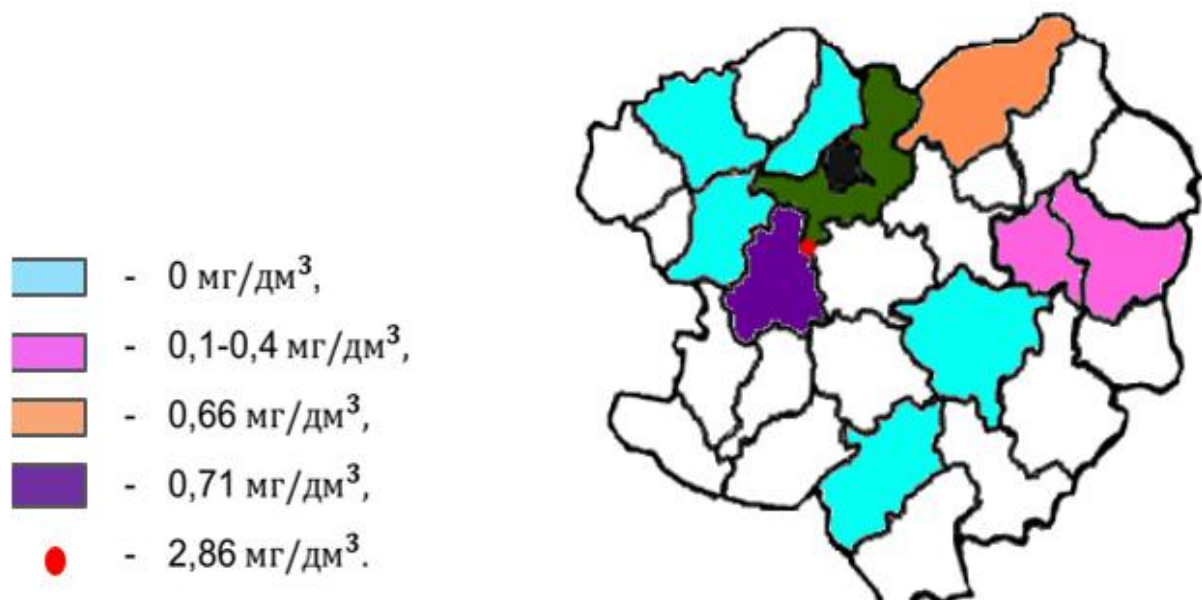


Рисунок 3 - Індикація районів Харківської області за вмістом фтору у водних джерелах питного використання

Таблиця 3 - Вміст фторид-іонів в досліджуваних пробах питної води

Місце відбору проби	Концентрація фторидів, мг/дм ³
Колодязь с. Великі хутори (Шевченківський район)	0,32
Колодязь м. Балаклія	0
Колодязь м. Валки	0
Свердловина м. Богодухів	0
Свердловина с. Карлівка Богодухівський р-н,	0
Свердловина м. Люботин	0,66
Джерело м Люботин	0
Свердловина м. Куп'янськ	0,36
Свердловина м. Лозова	0
Свердловина с. Вільшани Дергачівський р-н,	0
Свердловина с. Колісниківка Куп'янський р-н,	0
Джерело м. Дергачі	0
Джерело с. Коротич (Харківський район)	2,86
Централізоване водопостачання м. Вовчанськ	0,71
Водопровідна вода м. Харкова (Олексіївський житловий масив)	0,24
Водопровідна вода м. Харкова (Салтівський житловий масив)	0,17

З даних табл. 3 видно, що в більшості проб води (81% від загальної кількості досліджених) іони фториду відсутні (колодязь с. Великі хутори Шевченківського району, колодязь м. Балаклія, колодязь м. Валки, свердловина м. Богодухів, свердловина с. Карлівка Богодухівського району, джерело м. Люботин, свердловина м. Куп'янськ, свердловина м. Лозова,

свердловина с. Вільшани Дергачівського району, джерело м. Дергачі, свердловина с. Колісниківка Куп'янського району, водопровідна вода м. Харкова (Олексіївський та Салтівський житлові масиви)). В свердловині м. Люботин і колонці м. Вовчанська 13% від загальної кількості досліджених джерел) - вміст фтору знаходився в межах норми, а в джерелі с. Коротич (6% від загальної кількості досліджених джерел) вміст фторидів перевищував нормативне значення практично в 2 рази.

Водопровідна вода м. Харкова (Олексіївський житловий масив) та водопровідна вода м. Харкова (Салтівський житловий масив) не відповідає нормативам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людини» - істотно нижче $0,7 \text{ мг/дм}^3$. Причому в Салтівському житловому масиві концентрація фторидів у водопровідній воді нижче, ніж у водопровідній воді в Олексіївському житловому масиві. Ці району отримують питну воду з різних джерел водопостачання: Салтівський житловий масив з р. Сів. Дінець (комплекс водопідготовки «Дінець» - 75% споживаної містом води), а Олексіївський житловий масив з Краснопавлівського водосховища (канал Дніпро-Донбас, комплекс водопідготовки «Дніпро» - 25% споживаної містом води). Проте в р. Сів. Дінець концентрація фторидів ($0,34 \text{ мг/дм}^3$) вища, ніж в Краснопавлівському водосховищі - $0,27 \text{ мг/дм}^3$ [13]. Ймовірно, що суттєве зменшення концентрації фторидів в воді з р. Сів. Дінець після водопідготовки обумовлено застосуванням цеолітових фільтрів на станції водопідготовки питної води для Салтівського регіону (Комплекс "Дінець"). А цеоліти, як відомо, досить активно видаляють фториди з водного середовища.

2.2.2 Технічні заходи для забезпечення екологічної безпеки досліджених вод питного призначення за концентрацією фторидів

На підставі отриманих даних досліджені джерела водокористування розділили на 3 групи відповідно до необхідних для них заходах щодо нормалізації забезпечення користувачів мікроелементом фтором табл. 4.

Таблиця 4 – Оптимізація забезпеченості населення, що проживає в різних регіонах Харківської області, фізіологічно збалансованою концентрацією фторидів у воді питного призначення

Необхідне фторування води (78%)	Необхідне дефторування води (8%)	Заходи з кондиціонування вмісту фтору не потрібні (14%)
Колодязь с. Великі хутора	Джерело с. Коротич (Харківський район)	Свердловина м. Люботин
Колодязь м. Балаклія		Водопровідна вода м. Вовчанськ
Колодязь м. Валки		
Свердловина м. Богодухів		
Свердловина с. Карлівка		
Джерело м. Люботин		
Свердловина м. Куп'янськ		
Свердловина м. Лозова		
Свердловина с. Вільшани		
Свердловина с. Колісниківка		
Джерело м. Дергачі		
Водопровідна вода м. Харкова (Олексіївський житловий масив)		
Водопровідна вода м. Харкова (Салтівський житловий масив)		

Для вирішення біогеохімічної проблеми і забезпечення населення фізіологічно повноцінною водою для першої групи джерел (з дефіцитом фтору) потрібне спеціальне фторування води - обробка її фторвміщуючими реагентами [9]. Щоб запобігти масовому захворюванню населення флюорозом

(друга група джерел, представлена тільки джерелом в с. Коротич), доцільно проводити дефторування води - застосовувати проточні сорбційні фільтри [14]. І тільки водам третьої групи джерел (представленої 2 об'єктами - 14% досліджених проб) не потрібно ніяких фторкоригуючих заходів.

Як свідчать представлені дані, досліджені джерела питної води представлені головним чином об'єктами нецентралізованого водопостачання. Тому масштаби установок фторування та дефторування води суттєво відрізняються від промислових. Це, головним чином, побутові фільтри різного призначення.

В експериментальних дослідженнях розглянуто технічні можливості застосування природного цеоліту (що використовують в якості засипки фільтрів на комплексі водопідготовки «Дінець») для дефторування води з підвищеним вмістом фторидів (як в джерелі с. Коротич).

Застосування у адсорбційних технологіях природних дисперсних сорбентів, а саме природних цеолітів, є високоперспективним оскільки:

- Природні цеоліти широко розповсюджені в Україні;
- Природні цеоліти є доступним, недорогим матеріалом;
- Адсорбційні технології з використанням природних дисперсних сорбентів забезпечують високу ступінь очищення;
- Відпрацьований природний цеоліт у випадку утилізації його шляхом застосування у технологіях отримання корисних продуктів не потребує регенерації.

Основним технічним параметром застосування сорбентів для очистки води є їх сорбційна ємність. Визначення сорбційної ємності цеоліту по відношенню до фторидів виконували в так званих статичних умовах. Для визначення адсорбційної ємності цеоліту щодо фторидів у 4 колби об'ємом 0,5 дм³ поміщали по 2 г цеоліту. У кожену колбу додавали 200 см³ розчину фториду натрію, приготованому на водопровідній воді в інтервалі концентрацій 5-20 мг/дм³. Колби закривали корками та слабо струшували на шутель-апараті протягом 60 хв. Кожні 20 хв. з колб відбирали проби,

фільтували їх і в фільтраті визначали концентрацію фторидів [15]. Одержані результати представлені в табл. 5.

Таблиця 5 - Ефективність очищення вод від фторидів при контакті з природним цеолітом (фракція 1-2 мм)

Тривалість контакту, хв.	Концентрація фторидів, мг/дм ³		
	0	5,2	10,1
20	0,9	6,3	15,1
40	0,2	5,2	15,1
60	0,1	5,0	15,0

Сорбційну ємність A (мг/г) розраховували за формулою

$$A = (C_{\text{вих}} - C_{\text{рівн}}) \cdot V/m, \quad (1)$$

де $C_{\text{вих}}$ і $C_{\text{рівн}}$ - відповідно концентрації фторидів у вихідному та рівноважному розчинах після сорбції протягом 60 хв (мг/дм³);

V - об'єм розчину, дм³;

m - наважка сорбенту, г.

Виходячи з одержаних результатів середня сорбційна ємність дослідженого цеоліту до фторидів складає 0,51 мг/г. Таким чином, досліджений природний сорбент може з успіхом використовуватись для дефторування води з джерела в с. Коротич.

Але головний висновок з одержаних результатів: використання цеоліту в якості засипки в фільтрах водопідготовки (комплекс «Донець» м. Харкова) зменшує і до того значно нижчу нормативного рівня концентрацію фторидів у воді питного призначення. Тобто таке технічне рішення є техногенною причиною підвищення екологічної небезпеки питної води за концентрацією

фторидів для населення. Тому для запобігання екологічно небезпечного рівня фторидів у воді, яку вживає до 75% мешканців міста, для засипки фільтрів на спорудах водопідготовки доцільніше використовувати суміш кварцевого піску та антрациту. Це дозволить підвищити концентрацію фторидів у водопровідній воді майже вдвічі.

2.2.3 Дослідження вмісту фторидів у бутильованій воді питного призначення

Результати гідрохімічних досліджень концентрації фторидів в бутильованій воді різних марок представлені в табл. 6.

Таблиця 6 - Дані гідрохімічного аналізу бутильованої води різних торгових марок

Досліджувана вода	Концентрація (мг/дм ³)					
	Фториди		Азот амонійний		Нітриди	
	ДСанПіН 2.2.4-171-10	С, мг/дм ³	ДСанПіН 2.2.4-171-10	С, мг/дм ³	ДСанПіН 2.2.4-171-10	С, мг/дм ³
Роганська	0,7-1,5 мг/дм ³	0,28	≤ 0,1 (0,5- для газованої води)	0,04	≤ 0,5 (0,1- для негазованої води)	0,02
Міргородська (газована)		0,44		0,07		0,2
Поляна Квасова (газована)		0,07		0,114		0,025
Березовська		0,5		0,07		0,4
Моршинська		0,5		0,01		0,025

З даних табл. 6 видно, що у бутильованій воді усіх досліджених торгових марок концентрація фторидів нижча нормативу за фізіологічно повноцінним вмістом фторидів (ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людини») – 0,7 мг/дм³, особливо у газованій воді Поляна Квасова та у воді Роганській. Отже ці бутильовані води не можуть бути вагомим джерелом фторидів для жителів м. Харкова. та

Харківської області. До того ж проведені гідрохімічні дослідження показали, що в Березовській воді вміст нітритів досягає екологічно небезпечного рівня - перевищує норму в 4 рази.

2.2.4 Дослідження вмісту фторидів у різних видах чаю торгової марки «Tess» та залежності його екстракції в чайний настій від жорсткості води

Вплив виду чаю на вміст фторидів в чайному настої

Результати визначення концентрації фторидів в різних видах чаю торгової марки «Tess» представлені в табл. 7.

Таблиця 7 - Дані гідрохімічного аналізу чаю марки «Tess»

Досліджений чай	Концентрація фторидів у чайному настої, мг/дм ³	Концентрація фторидів у сухому чаї, мг/г
Зелений розсипний	0,55	18
Зелений пакетований	0,069	2,3
Чорний розсипний	0	0
Чорний пакетований	0	0

З даних табл.7 видно, що в чорному чаї фториди відсутні. А в зеленому листовому чаї фторидів практично на порядок більше, ніж в зеленому пакетованому. Це обумовлено напевно тим, що пакетований чай, як свідчить науково-технічна література [16], піддається більшій ферментації. Для забезпечення денної норми фторидів за рахунок лише водних настоїв чаю дорослій людині потрібно випивати до семи стаканів чайного настою зеленого розсипного чаю марки «Tess».

Вплив жорсткості води на вміст фторидів у чайному настої

Результати гідрохімічного дослідження [17] чайних настоїв з чаю марки «Tess», виготовлених на воді з різним вмістом солей жорсткості (експозиція 60 хв), представлені в табл. 8.

Таблиця 8 - Вплив жорсткості води на вміст фторидів у чайному настої

Жорсткість води, застосованої для виготовлення настою, мг-екв/дм ³	Концентрація фторидів у чайному настої, мг/дм ³	Вміст фторидів в 1 чашці чаю (250 см ³), мг
0	0,83	0,2
1,4	1,39	0,35
5,5	1,67	0,42
8,4	1,67	0,42

Як видно з представлених даних, при збільшенні жорсткості води від 0 до 5,5 мг-екв/дм³ концентрація фторидів у чайному настої збільшується. Причому найактивніше при збільшенні жорсткості води від 0 до 1,4 мг-екв/дм³. При збільшенні жорсткості води від 1,4 до 5,5 мг-екв/дм³ екстракція фторидів з чаю зростає менш ефективно, а при подальшому збільшенні жорсткості до 8,4 мг-екв/дм³ залишається без змін. За даними науково-технічної літератури [2], висока жорсткість води (до 14 мг-екв/дм³) зменшує екстракцію фторидів з чаю.

Виконано дослідження впливу терміну настоювання на активність водного екстрагування фторидів з зеленого розсипного чаю марки «Tess» (рис. 4) при різній жорсткості застосованої води.

З даних рис. 4 видно, що концентрація фтору в динаміці настоювання зростає швидко до 10 хв. експозиції, досягаючи максимуму при терміні 60 хв. настоювання. Підвищення жорсткості позитивно впливає на екстракцію фторидів в чайний настій.

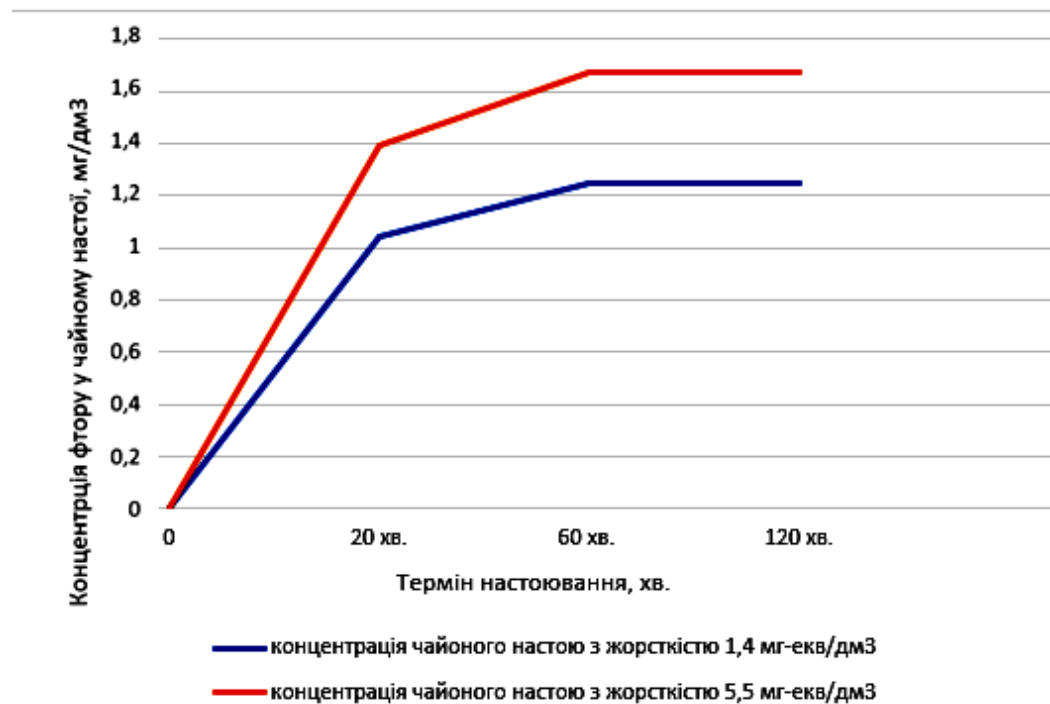


Рисунок 4 - Вплив терміну настоювання на концентрації фтору в чайних настоях, виготовлених на воді з різним вмістом солей жорсткості

Таким чином, підсумовуючі результати досліджень та лабораторних експериментів, можна зазначити що для досягнення нормативного рівня щоденного споживання фторидів (3-4 мг) жителям м. Харкова та Харківської області можна запропонувати:

- В регіонах с підвищеним вмістом фторидів при вживанні води з централізованих джерел водопостачання застосувати при водопідготовці дефторування з допомогою природних цеолітів й використовувати домашні фільтри, які частково або повністю затримують фтор з води. При вживанні води з нецентралізованих джерел водопостачання використовувати домашні фільтри. До того ж не користуватись фторованими зубними пастами й пити чорний чай (розсипний і пакетований), або пакетований зелений.
- В регіонах із низьким вмістом фторидів у воді централізованого водопостачання виключати використання при водопідготовці фільтрів з засипкою з цеоліту та застосовувати фторування води. Крім того доцільно застосовувати полоскання зубним еліксіром і чистку зубів фторованою

зубною пастою, вживати зелений розсипний чай (не менше 3 чашок на день), настоюючи його не менше 10 хв. Останні рекомендації справедливі і при вживанні води з нецентралізованих джерел водопостачання.

ВИСНОВКИ

1. Основним джерелом сполук фтору необхідного мікроелементу для людини, є вода, а водопідготовка таким чином є техногенним чинником безпеки питної води для населення. Забезпечення нормативного рівня концентрації фторидів при питному водопостачанні є актуальною технічною задачею.

2. Основними джерелами питної води для жителів м. Харкова та Харківської області є: централізоване водопостачання, підземні води (свердловин, колодязів та джерел), бутильована вода. В експериментальних дослідженнях встановили, що в більшості проб води (81%), відібраних в місті та в населених пунктах області, фториди відсутні, в 6 % проб - концентрація фторидів перевищує нормативно допустимі значення, і тільки в 13% проб - відповідає нормативним вимогам. В досліджених бутильованих водах концентрація фторидів була нижче нормативного рівня.

3. Експериментально доведено, що використання цеоліту в якості засипки в фільтрах водопідготовки зменшує концентрацію фторидів у воді питного призначення і є техногенною причиною підвищення екологічної небезпеки питної води для населення м. Харкова.

4. Розроблено рекомендації щодо кондиціювання вмісту фтору у воді для досліджених джерел питного водопостачання.

5. В якості додаткового джерела фторидів з харчових продуктів розглянуто чай. Експериментально встановлено, що в чорному чаї торгової марки «Tess» фториди відсутні, а в зеленому листовому чаї цієї марки фторидів практично на порядок більше, ніж в зеленому пакетованому. При збільшенні жорсткості води та терміну настоювання концентрація фторидів у чайному настої збільшується.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fluoride. Dietary Reference Intakes: Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. Institute of Medicine. Washington D.C.: National Academy Press; 1997:288-313.
2. Fluoride Vol. 36 No. 4 267-270 2003 Research Report. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://fluorideresearch.org-270.pdf>.
3. Що таке фтор? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.colgate.com.ua/oral-health>
4. Фтор для людини [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://hnb.com.ua/articles/s-zdorovie-ftor_f-369
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". Зареєстровано в Міністерстві Юстиції України 1 липня 2010 р. по N 452/17747. -39 с.
6. Значення фтору для виникнення карієсу та флюорозу. Фтор – біогенний хімічний елемент, тобто постійна складова частина організму людини [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <tps://studfiles.net/preview/5281996/page:4/>
7. Габович Р. Д., Касьяненко А. С. Методические рекомендации по медико-географическому изучению фтористых биогидрогеохимических провинций. - К., 1979. - 30 с.
8. Брусник В.В., Грамма Я.П. Геохимическое районирование Харьковской области по содержанию фтора в питьевой воде// Отраслевые проблемы экологической безопасности.- Харьков: ХНАДУ, 2017. - 43 с.
9. ДСанПіН 2.2.4-005-98 Фторування води на водопроводах централізованого господарсько-питного водопостачання.
10. ГОСТ 4151-72 (дійсний до 01.01.2019 р.). Вода питьевая. Метод определения общей жесткости.
11. ГОСТ 4192-82 (дійсний до 01.01.2019 р.). Вода питьевая. Методы определения минеральных азотсодержащих веществ.

12. ГОСТ 4386-89 (дійсний до 01.01.2019 р.). Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов.
13. Сафранов Т.А., Полищук А.А., Юрченко В.А., Ярышкина Л.А. Оценка оптимальности минерального состава питьевых вод систем централизованного водоснабжения отдельных городских агломераций Украины //Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія. – Випуск 15. – 2016. - С. 90-98.
14. Дефторирование с помощью оксида магния Прончева Л.Е., Чудновский С.М. Новая безотходная технология регулирования содержания фтора в питьевой воде // Современные наукоемкие технологии. – 2004. – № 1. – С. 64-65; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=21564> (дата обращения: 07.12.2018).
15. Гивлюд А.М. Обґрунтування можливості використання природного цеоліту для очищення стічних вод молокозаводів / А.М. Гивлюд, В.В. Сабадаш, Я.М. Гумницький // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. –2015, -№12. –С. 185-190.
16. Касьяненко Н.А. Биологически активные вещества чая: надуманные проблемы //Кофе и Чай в России. 2010. - №3. С. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://mikhnina.com/tag/ftor-v-chaе>.
17. Брусник В., Грамма Я., Юрченко В. Чай как источник фтора для жителей г. Харькова // Матеріали міжнародної щорічної науково-технічної конференції «Екологічна і техногенна безпека. Охорона водно і повітряного басейнів. Утилізація відходів» (студентська секція), Харків, 2018р. – с. 82.