

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ФТОРУ В ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ НА ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ ФЛЮОРОЗОМ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

*Піддубна Ю. С.
м. Полтава*

Сучасна ситуація з водними ресурсами в Україні характеризується сталим зростанням дефіциту питної води належної якості та захворювань від споживання неякісної води. За даними МОЗ України головною причиною більше 80% хвороб, які має людина, є вживання забрудненої води. Як відомо, добова потреба людини у воді складає 2,5...3,0 л. Разом з питною водою в організм людини потрапляє багато солей, макро- і мікроелементів, зокрема, і сполук фтору.

Дослідження вчених показали, що кількість фтору в організмі людини залежить від вмісту його в скелеті (близько 0,007 %), перевищуючи вміст заліза, йоду, міді, цинку і інших мікроелементів [33], тому фтор є одним із найважливіших хімічних елементів, який суттєво впливає на життєдіяльність людини в цілому. Фтор у мінімальній кількості необхідний для обмінних процесів в організмі і є сьомим життєво важливим мікроелементом після міді, цинку, заліза, марганцю, йоду та кобальту [25]. Підставою для цього твердження є здатність фтору попереджувати розвиток карієсу зубів і його лікувальний ефект при деяких захворюваннях кісток. Тому як недостатня, так і висока концентрація фтору, що надходить в організм, негативно впливає, в першу чергу, на мінеральний обмін речовин і сприяє виникненню різних відхилень в органах людини [33].

Крім того, великий експериментальний матеріал, накопичений генетиками, свідчить про те, що фтористі сполуки впливають на спадковий апарат. Ушкодження хромосом при дії фтористих сполук відбувається внаслідок ураження ферментів, які забезпечують синтез і репарацію ДНК (дезоксирибонуклеїнової кислоти) [8, 33].

Фтор є визнаним протикаріозним засобом, але вживання питної води та продуктів харчування з підвищеним вмістом фтору, надмірне надходження його сполук із атмосферним повітрям протягом тривалого часу приводять до перенасичення організму фтором, зовнішнім проявом чого є флюороз зубів [18].

За даними різних авторів (Авцина А. П. [1,2], Бойка І. А. [4,5], Войнара А. О. [7], Ворошиліна С. І. [8], Габовича Р. Д. [9, 10], Деньга О. В. [11], Жаворонкова А. А. [13], Кабата-Пендіас А. і Пендіаса Х. [15], Каськової Л. Ф. [16], Коломійцевої М. Г. [17], Нейко С. М. [23], Рибалова О. В. [25], Сайфуліної Ш. М. [26], Тригуб В. І. [29-32], Фінгера Г. [33], Шляхова Е. Н. [35] та інших дослідників [3, 6, 14, 18-22, 27, 28]) надлишок фтору в питній воді і харчових продуктах спричиняє руйнування зубної емалі, пригнічує вуглеводний, фосфорно-кальцієвий обмін, активність деяких ферментів. Він є специфічним інгібітором утворення гексозо-дифосфорної та молочної кислот, має відношення до зсідання крові, регуляції функцій щитовидної залози. Як інгібітор багатьох ферментів, фтор може гальмувати внутрішньоклітинні процеси синтезу, які послаблюють імунізаційні сили організму і можуть прискорювати процеси фізіологічного старіння [30].

Якщо не запобігати надмірному надходженню сполук фтору, він може провокувати не лише ураження зубів, а й порушення роботи опорно-рухового апарату та суглобів, що суттєво впливає на життєдіяльність людини. Найчастіше флюороз виникає у дітей, оскільки їх організм, на відміну від дорослих, більш схильний до шкідливого впливу оточуючих факторів та легко адсорбує фтор [34]. Оскільки Полтавська область належить регіону з найбільшим вмістом фтору в підземних водах [22], є велика імовірність захворювання населення на флюороз, тому дослідження

особливостей впливу фтору на життєдіяльність людини з метою розробки заходів щодо попередження цього захворювання є актуальними.

Серед показників питної води, які визначають фізіологічну повноцінність її мінерального складу, є вміст фтору. На відміну від інших компонентів, допустима концентрація цього елемента коливається у дуже вузьких межах. Зокрема, за вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» нормативні значення для вмісту фторидів (п. 36, табл. 1 додатка 2) складають не більше 0,7...1,5 мг/л в залежності від виду питної води (водопровідної, колодязної або фасованої) і кліматичних зон (IV, III або II), а за показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води (додаток 4) – у межах 0,7...1,2 мг/л [12].

За медичними та геохімічними даними (досліджено більше 2000 проб води) на території України виділено 4 основні геохімічні регіони з різним вмістом фтору та його активних форм в об'єктах довкілля. Встановлено, що вміст фтору в ґрунті, воді і харчових продуктах збільшується від першого до четвертого регіону. В основу регіонального виділення провінцій був врахований вміст фтору у питних водах як головний фактор впливу на організм людини. Дослідження показали, що Полтавська область належить до четвертого регіону з найбільшим вмістом фтору в підземних водах [22]. Це пов'язано з наявністю на території лівобережної України бучацького горизонту, в якому концентрація фтору у питній воді коливається в межах від 0,5 до 18 мг/л [16], що суттєво перевищує вищезгадані нормативні показники, тому споживання води з понаднормовим вмістом фтору є причиною ендемічного флюорозу у населення області. Найбільш чутливими до інтоксикації сполуками фтору є діти. Це пов'язано з тим, що фтор швидше та у більшій кількості відкладається в кістках організму, що росте. Саме тому подальші дослідження спрямовано на виявлення залежності захворювання учнівської молоді на флюороз від концентрації фтору у питній воді та розробку дієвих заходів щодо попередження цього стоматологічного захворювання.

За результатами досліджень [4, 5, 14] складено карти вмісту фтору в підземних водах (рис. 1) і в джерелах децентралізованого водопостачання Полтавської області (рис. 2), а також графік концентрації фтору в питній воді в різних районах області (рис. 3).



Рис. 1. Вміст фтору в підземних водах Полтавської області



Рис. 2. Вміст фтору в децентралізованих джерелах водопостачання Полтавської області

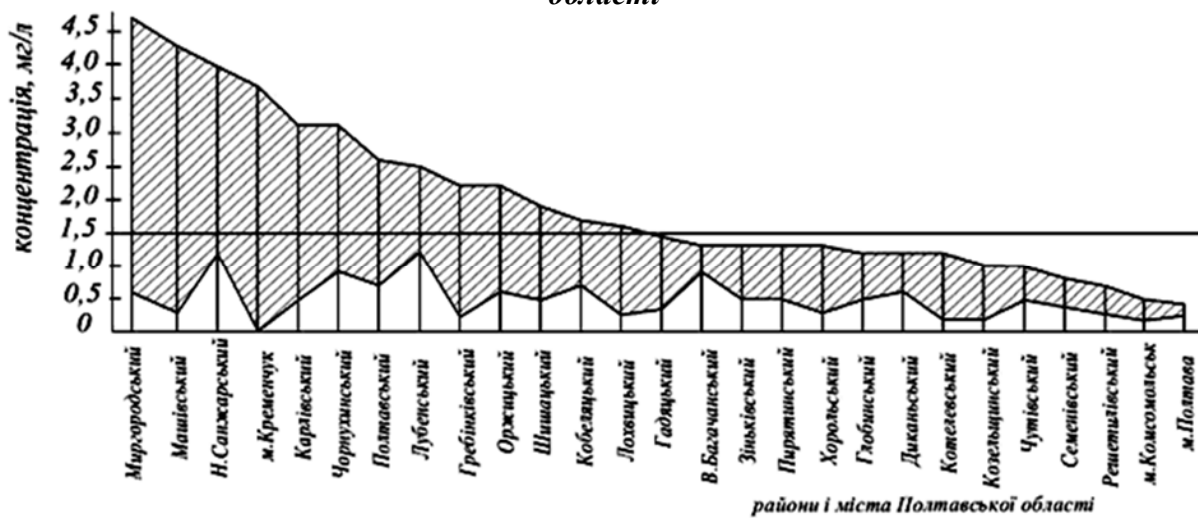


Рис. 3. Концентрація фтору в питній воді джерел децентралізованого водопостачання в різних районах Полтавської області

Цей графік показує, в яких районах і містах Полтавської області вміст фтору у воді відповідає вимогам санітарних норм і правил, а в яких не тільки перевищує нормативні 1,5 мг/л, але й досягає значення 4,5 мг/л і більше.

Досліди також показали [5], що на території Полтавської області в буцацько-канівському водоносному комплексі підземні води, які локалізовані в породах з фосфоритовими включеннями, містять 1,5...3,8 мг/л сполук фтору, а на території так званої буцацької фтороносної гідрогеологічної провінції – 2,5...4,5 мг/л.

Надходження сполук фтору в підземні води зумовлене порушенням рівноваги під час розчинення фосфоритовмісних порід та тектонічних порушень. У районі газових і нафтових родовищ, які знаходяться на захід від м. Миргород, води містять до 4 мг/л сполук фтору, а поблизу розташування соляних родовищ – до 8,8 мг/л. Поблизу

м. Хорол виявлено ділянки з вмістом фтору у воді в межах 3,6...5,0 мг/л. Це означає, що збільшення вмісту фтору у воді зумовлене не тільки надходженням фтороносних вод внаслідок тектонічних порушень, але й розробленням покладів корисних копалин, тобто дією як природних, так і техногенних чинників. Інтенсивне надходження сполук фтору в водоносні горизонти Полтавщини створює системи ризиків для довкілля та людини [5]. І саме з цього ярусу здійснюється централізоване водопостачання населення області.

Ризики, що виникають при споживанні води з підвищеним вмістом фтору, можна розділити на екологічні та соціальні. Проаналізуємо ризики для екосистем. Розчинні сполуки фтору легко переміщуються по ґрунтовому профілю і потрапляють у ґрунтові води, а з них – у поверхневі водойми. Міграція фтору сприяє покращенню складу ґрунту, він не зв'язується з ґрунтовими поглинальними комплексами, відтак стає доступним для кореневого живлення рослин. Хоча фтор належить до так званих есенціальних елементів, тобто необхідних для життєдіяльності рослин, за надмірної концентрації у воді він нагромаджується у рослинах і негативно діє на них, а саме, суттєво погіршує активність деяких ферментів (еколази та фосфатаз), порушуючи дихальні процеси; діючи деструктивно на хлорофіл, сповільнює асиміляцію CO₂, а відтак і процес фотосинтезу. Знижуючи своїм впливом доступність рослинам фосфору та пригнічуючи фотосинтез, фтор негативно діє на вегетацію та ріст рослин. Так, наприклад, фтор різко сповільнює ріст деяких видів дерев, навіть до 50% [6].

Вміст фтору в воді – один з критеріїв, що визначає придатність води до використання в народному господарстві і особливо у питному водопостачанні населення. Відомо, що некондиційний вміст фтору викликає різні ендемічні захворювання: при вмісті менше 0,7 мг/л – карієс, більше 1,5 мг/л – флюороз та багато інших захворювань (рис. 4). За захворювання зубів, назване «плямистою емаллю» або флюорозом, в умовах помірного клімату з'являється навіть при вмісті фтору в питній воді трохи більше 1 мг/л [25].

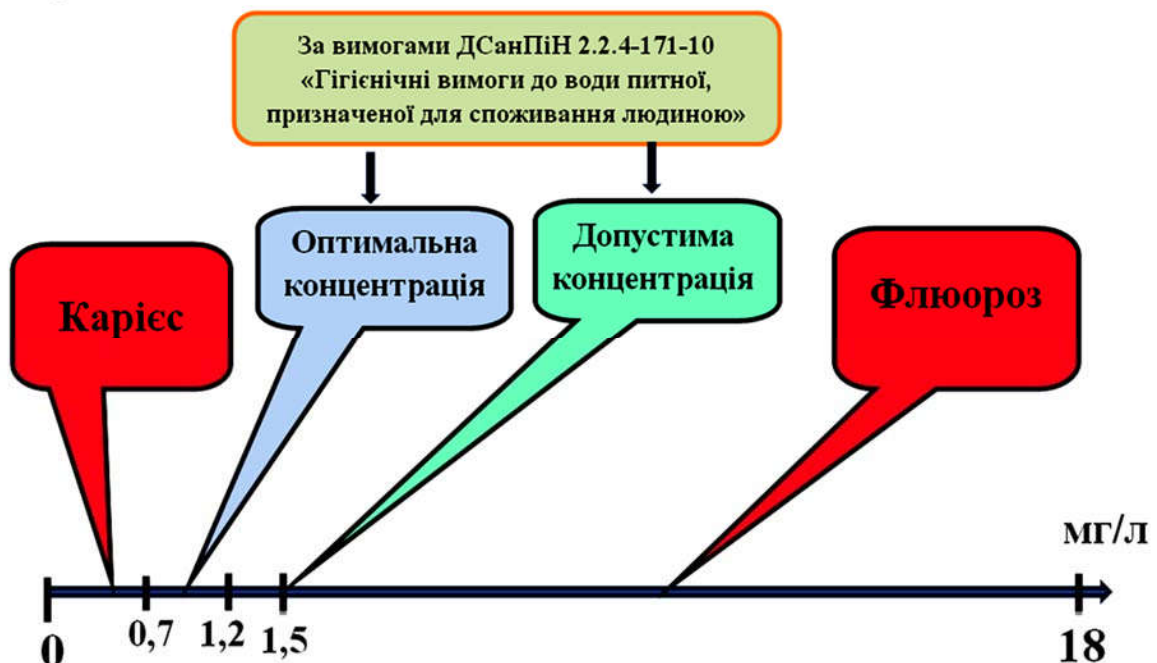


Рис. 4. Схема впливу концентрації фтору на захворювання людини

Флюороз – це різновид гіпоплазії емалі, що виникає внаслідок впливу надлишку іонів фтору, які пригнічують амелобласти в період внутрішньощелепного формування і

мінералізації зубів. Як показали спостереження, ступінь ураження зубів флюорозом залежить від

- концентрації фтору у питній воді;
- тривалості вживання води з підвищеним вмістом фтору;
- віку і характеру годування дитини на 1-2 році життя;
- характеру харчування;
- соціально-гігієнічних умов життя;
- перенесених захворювань,
- загального стану організму;
- клімато-географічних і екологічних чинників тощо [16].

Відповідно до державних стандартів, допустима концентрація фтору в питній воді становить 1,5 мг/л [12]. Підвищення концентрації фтору в питній воді (2 мг/л і вище) сприяє поширенню флюорозу і посиленню тяжкості його перебігу.

При концентрації фтору менше 0,7 мг/л виникає його дефіцит, тобто гіпофтороз. Він провокує розвиток карієсу, більш за все до цього схильні діти. Також існують конвенційні вказівки на зв'язок гіпофторозу з рахітом, неповноцінністю імунного статусу і порушеннями обміну кальцію [2].

Якщо концентрація фтору в питній воді більша за припустиму (1,5...2 мг/л), то до 30-40% населення уражується флюорозом зубів переважно І і ІІ ступеня. Використання води з такою концентрацією фтору може бути тимчасово дозволене в умовах місцевого водопостачання. У разі централізованого водопостачання потрібно проводити дефторування або розведення води [21].

За високої концентрації фтору в питній воді (2...6 мг/л) ураженість населення флюорозом становить 30-90%, причому в 10-50% із них виявляється флюороз ІІІ-ІV ступеня. Серед дітей часто спостерігаються випадки відставання розвитку і мінералізації кісток. Ці порушення при вживанні води, яка містить 2...3 мг/л фтору, є тимчасовими. В окремих людей, котрі вживають воду із вмістом фтору 4...6 мг/л, виявляється збільшення щільності кісток і порушення умовно-рефлекторної діяльності. Потрібне обов'язкове дефторування або розведення води [24].

За дуже високої концентрації фтору в питній воді (6...15 мг/л і більше) 90-100% населення уражене флюорозом зубів із переважанням тяжких форм, значно збільшеної стертості, ламкості зубів. У дітей часто виявляються порушення розвитку і мінералізації кісток, у дорослих – зміни в кістках за типом остеосклерозу. Спостерігаються пригнічення функції щитоподібної залози, зміна активності окремих ферментних систем крові, зміни в міокарді, пригнічення біоелектричної активності головного мозку, а також порушення з боку інших внутрішніх органів (наприклад, печінки), які виявляються під час функціонального дослідження. Обов'язковим заходом також є дефторування води [21].

На основі клінічних спостережень встановлено, що оптимальна концентрація фтору в питній воді становить 0,8...1,2 мг/л (за такої концентрації флюороз практично не спостерігається). Зміни концентрації фтору у питній воді значно впливають на обмінні процеси в організмі, що призводить до порушення мінералізації, формування білкової матриці та дентину зубів. Найбільш чутливими до фтористої інтоксикації є діти. Це пов'язано з тим, що фтор у більшій кількості та швидше відкладається в кістках організму, що росте.

Флюорозом уражуються постійні зуби (тимчасові рідко) дітей, котрі перебувають у районі, ендемічному щодо флюорозу, від народження або з 3-4-річного віку. Флюороз зубів прогресує. Початкові форми флюорозу не самовиліковуються з часом, а вже через рік починають трансформуватися в тяжчі, що призводить до коричневої пігментації та деструкції емалі [21].

Перебіг флюорозу відбувається на фоні зміни показників гомеостазу ротової

порожнини: погіршення тесту емалевої резистентності, зниження показників мінералізуючого потенціалу ротової рідини, збільшення середніх значень ΔрН ротової рідини, зниження мінералізуючих властивостей ротової рідини (вміст іонізованого кальцію і неорганічних фосфатів), підвищення показників перекисного окиснення ліпідів і зниження функціональної активності антиоксидантної системи, зниження імунологічних показників ротової рідини. Суттєве погіршення показників відбувається за надмірної концентрації фтору в питній воді.

У зв'язку з цим необхідно впровадити заходи, які б покращували гігієну порожнини рота, гомеостаз порожнини рота в дітей із флюорозом зубів, які проживають у регіонах із різним вмістом фтору в питній воді [18].

Список використаної літератури

1. Авцын А. П. Микроэлементозы – заболевания, обусловленные дефицитом, избытком или дисбалансом микроэлементов в организме человека и животных / А. П. Авцын, А. А. Жаворонкова // Экология человека. – 1994. – № 2. – С. 53–57.
2. Авцын А. П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова; АМН СССР. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
3. Беляев М. П. Справочник предельно допустимых концентраций вредных веществ в пищевых продуктах и среде обитания / М. П. Беляев. – М.: Госсанэпиднадзор, 1993. – 66 с.
4. Бойко І. А. Загальна характеристика та особливості умов формування підземних вод на території Полтавської області як основного джерела водопостачання / І. А. Бойко. // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – № 2. – С. 169–173.
5. Бойко І. А. Моніторинг фтору – одного із пріоритетних елементів підземної питної води Полтавської гідрохімічної провінції / І. А. Бойко. // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2012. – № 2. – С. 212–216.
6. Винявська Г. Ф. Аналіз природних і техногенно-екологічних ризиків при споживанні та кондиціонуванні вод із підвищеним вмістом фтору / Г. Ф. Винявська // Вісник ЛДУ БЖД. – 2011. – № 5. – С. 159–164.
7. Войнар А. О. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А. О. Войнар. – М.: Советская наука, 1989. – 135 с.
8. Ворошилин С. И. Цитогенетическое действие неорганических соединений фтора на клетки человека и животных и *in vitro* / С. И. Ворошилин, Е. Г. Плодко, Э. З. Гитилтуллина // Генетика, 1973. – № 4. – С. 115–120.
9. Габович Р. Д. Фтор в стоматологии и гигиене / Р. Д. Габович, Г. Д. Овруцкий. – Казань, 1969. – 512 с.
10. Габович Р. Д. Фтор и его гигиеническое значение / Р. Д. Габович. – М.: Медгиз, 1957. – 251 с.
11. Деньга О. В. Мікроелементи та стоматологічне здоров'я дитячого населення / О. В. Деньга, О. М. Світлична, Ю. М. Ворохта // Довкілля та здоров'я. – 2008. – № 1. – С. 53–55.
12. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> (дата звернення 26.10.2018 р.).
13. Жаворонков А. А. География эндемического флюороза на земном шаре / А. А. Жаворонков // Вестник АМН СССР. – 1968. – № 1. – С. 20–25.
14. Жовинський Е. Я. Геохімічні критерії впливу зон тектонічних порушень на екологічну обстановку в Білорусі й Україні / Е. Я. Жовинський, Н. О. Крюченко, К. Е. Дмитренко // Пошукова та екологічна геохімія. – 2009. – № 1. – С. 32–41.
15. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. — М.: Мир, 1989. – С. 306–316.
16. Каськова Л. Ф. Флюороз зубів та його вторинна профілактика у дітей / Л. Ф. Каськова, Л. І. Амосова. – Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2015. – 73

- с.
17. Коломийцева М. Г. Микроэлементы в медицине / М. Г. Коломийцева, Р. Д. Габович. – М.: Медицина, 1970. – 287 с.
 18. Косенко К. М. Роль водного фактору у формуванні стоматологічного здоров'я населення / К. М. Косенко // Вісник стоматології. – 2011. – № 4. – С. 92–95.
 19. Крылова Н. И. Фтор в пищевых продуктах / Н. И. Крылова // Вопросы питания. – 1952. – № 1. – С. 11–16.
 20. Крюченко Н. О. Геохімія фтору питних вод України : автореф. дис. ... канд. геол. наук; спец. 04.00.02 «Геохімія» / Н. О. Крюченко. – К., 2002. – 17 с.
 21. Моргун Н. А. Підвищення резистентності твердих тканин постійних зубів із флюорозом у дітей 6-7 років : автореф. дис. ... канд. мед. наук; спец. 14.01.22 «Стоматологія» / Н. А. Моргун. – Полтава, 2008. – 17 с.
 22. Назаренко Е. А. Проблеми забруднення фторидами ґрунтів і вод геохімічної провінції (на прикладі Полтавської області) / Е. А. Назаренко, Ю. Б. Нікозять, О. Д. Іващенко // Екологічна безпека. – 2014. – № 1. – С. 59–61.
 23. Нейко Є. М. Медико-геоекологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення / Є. М. Нейко, Г. І. Рудько, Н. І. Смоляр. – Івано-Франківськ: Екор, 2001. – 350 с.
 24. Котляр А. М. Нові гігієнічні і екологічні вимоги до питної води / А. М. Котляр, В. А. Шур, І. М. Кузьмін, А. Ю. Гаєвська // Коммунальное хозяйство городов. – 2008. – Вып. 81. – С. 127–133.
 25. Рибалов О. В. Основи стоматології / О. В. Рибалов, М. Г. Скікевич. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 232 с.
 26. Сайфуллина Ш. М. Кариес зубов у детей и подростков : учебное пособие / Ш. М. Сайфуллина. – М.: МЕД пресс, 2000. – 229 с.
 27. Смирнов В. С. Состояние иммунной системы при эндемическом флюорозе / В. С. Смирнов, О. В. Деньга, О. Б. Мороз, С. В. Петленко // Иммунология. – 1999. – № 6. – С. 52–54.
 28. Торонченко О. М. Екологічне дослідження концентрації фтору у питній воді Полтавської області та аналіз впливу на здоров'я населення / О. М. Торонченко // Світ медицини та біології. – 2013. – № 4. – С. 52–57.
 29. Тригуб В. І. Вміст фтору в питних водах Одещини та його вплив на захворюваність населення карієсом і флюорозом зубів / В. І. Тригуб // Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки. – 2012. – Т. 17. – Вип. 2 (15). – С. 71–78.
 30. Тригуб В. І. Фізіологічна роль фтору: медико-географічні аспекти (огляд літератури) / В. І. Тригуб // Вісник Одеського національного університету. Сер.: Географічні та геологічні науки. – 2013. – Т. 18. – Вип. 2 (18). – С. 93–99.
 31. Тригуб В. І. Фтор у чорноземах південного заходу України: монографія / В. І. Тригуб, С. П. Позняк. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 148 с.
 32. Тригуб В. І. Фтор у природних та стічних водах Південного Заходу України / В. І. Тригуб, Я. І. Ігнат // Вісник Одеського національного університету. Сер.: Географічні та геологічні науки. – 2011. – Т. 16. – Вип.1(10). – С. 88–95.
 33. Фингер Г. Источники фтора и его применение / Г. Фингер // Успехи химии фтора. – 1964. – № 2. – С. 15–39.
 34. Флюороз зубів: лікування та профілактика. – Режим доступу: <https://www.med-deo.com.ua/uk/flyuoroz-zubiv.html> (дата звернення 12.10.2018 р.).
 35. Шляхов Э. Н. Эпидемиологический надзор за сибирской язвой / Э. Н. Шляхов, В. И. Присакарь. – Кишинев, 1989. – 240 с.