

---

# V. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТОВАРІВ НАРОДНОГО СПОЖИВАННЯ

---

УДК 504.53:546.16(477.53)

## РЕЗУЛЬТАТ МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПРИ ПІДВИЩЕНОМУ ВМІСТІ ФТОРИДІВ У ГРУНТАХ БІОГЕОХІМІЧНОЇ ПРОВІНЦІЇ НА ПРИКЛАДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Е. А. НАЗАРЕНКО;

Ю. Б. НІКОЗЯТЬ, кандидат хімічних наук, доцент;

О. Д. ІВАЩЕНКО, кандидат хімічних наук, доцент

(Вищий навчальний заклад Укоопспілки

«Полтавський університет економіки і торгівлі»)

***Анотація.** Для оцінки екологічної безпеки продовольчої сировини важливе значення має саме моніторинг сільськогосподарських культур і ґрунтів, на яких вони зростають. У Полтавській області якість ґрунтів погіршується з кожним роком. Крім того, більшість із них має підвищений вміст водорозчинних форм фтору, що призводить до його накопичення в рослинній сировині. Надлишок фторидів у рослинах значно порушує функції їх життєдіяльності та знижує врожайність. Споживання продукції з такої рослинної сировини є додатковим джерелом надходження фторидів до організму людини, що сприяє розвитку патологій, таких як флюороз. Тому метою дослідження є оцінка земель із різним ступенем забруднення фторидами щодо їх використання в сільському господарстві, а також визначення рівнів накопичення цього елемента в сільськогосподарських культурах, що найчастіше вирощуються в Полтавській області і мають стратегічне значення для України. Для дослідження були використані лабораторні методи (хімічні, фізико-хімічні) та статистичні методи обробки інформації. У статті представлені результати моніторингу вмісту фторидів у ґрунтах і сільськогосподарських культурах деяких районів Полтавської області. Визначено певну залежність між концентрацією водорозчинних фторидів у ґрунті та їх вмістом у певних культурах. Отже, необхідно створити пакет нормативних документів для контролю вмісту фторидів у рослинній сировині.*

***Ключові слова:** екологічна безпека, фториди, валовий вміст усіх форм фтору, водорозчинні фториди, ґрунту, рослини, ГДК (гранично допустима концентрація), флюороз.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** З кожним роком усе гостріше в нашій країні постає проблема безпеки існування громадян. Особливо важливим аспектом у вирішенні цього питання є створення та підтримання екологічно безпечного середовища існування людей. Згідно зі ст. 50 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», екологічна безпека – це такий стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей [1]. Однією з головних складових екологічної безпеки є моніторинг навколишнього середовища. Саме завдяки моніторингу ґрунтів і рослинної сировини, що на них зростає, можна запобігти ряду загроз для здоров'я людини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У Полтавській області спостерігається стала тенденція щодо погіршення якості ґрунтів, переважна частина яких відведена під сільськогосподарські угіддя [2]. А для багатьох із них характерний ще і підвищений вміст деяких рухомих форм фтору [3], адже особливу небезпеку становлять саме рухомі водорозчинні форми (фториди лужних металів), оскільки вони пасивно і легко переносяться в рослинні тканини [4]. Відомо [5], що забруднення рослин фторидами призводить до:

- 1) порушення респіраторної діяльності та зменшення поглинання кисню;
- 2) зменшення вмісту хлорофілу та зниження асиміляції поживних речовин (у тому числі крохмалю);
- 3) пригнічення функцій деяких ферментів і каталізаторів;
- 4) пошкодження клітинних мембран;
- 5) зміни метаболізму органел клітини та руйнування нуклеїнових кислот;
- 6) синтезу токсичних фторорганічних сполук (південно-африканські рослини, соя).

Результатом вищезгаданих процесів є загальне сповільнення росту рослин та зниження їх урожайності. Але найбільша небезпека забруднення рослин фтором полягає у тому, що вони стають джерелом надходження фторидів в організм тварин і людей.

Токсичність дії фтору, стійкою формою існування якого є фторид-аніон, на організм людини досить добре вивчена. Токсичність фторид-аніонів у першу чергу пояснюється утворенням малорозчинних солей (фторидів) і комплексних сполук із катіонами  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  та іншими біогенними елементами – активаторами ферментних систем. Унаслідок цього пригнічується дія багатьох ферментів, порушується обмін вуглеводів і жирів, гальмується окиснення жирних кислот. По-друге, фториди мають більшу хімічну активність порівняно із йодидами, тому можуть бути їх конкурентами в синтезі гормонів щитовидної залози, відповідно, впливати на її функції, спричиняючи певні захворювання. Крім цього, фториди нерівномірно розподіляються в різних тканинах людського організму і, маючи достатньо велику спорідненість до кальцинованих тканин, накопичуються в них протягом усього життя [6]. А тривале надлишкове надходження фторидів в організм людини може викликати патологічний стан – флюороз (поява специфічного забарвлення зубної емалі) та порушення мінералізації кісткової тканини (відбувається ущільнення кісток тазу, хребта, ребер, обмеження рухливості грудної клітки). Негативного впливу дії високих концентрацій фторидів зазнають і органи кровотворення – відбувається подразнення червоного ростка кісткового мозку та пригнічення білого [7].

**Формування цілей статті.** Оцінка земель із різним ступенем забруднення фторидами щодо їх використання в сільському господарстві, а також визначення рівнів накопичення цього елемента в сільськогосподарських культурах, що найчастіше вирощуються в Полтавській області і мають стратегічне значення для України.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Рослини по-різному реагують на високі концентрації фторидів у ґрунті [5]. Наприклад, квасоля, спаржа, капуста, морква, цибуля, верба – стійкі до забруднень фторидами, а такі як кукурудза, ячмінь, петрушка, гладіолуси, абрикоса, сосна, навіпаки, – чутливі.

За літературними даними [5], безпечні фонові концентрації фторидів у рослинах –

менше 10 мг/кг, максимально допустимий уміст становить 30–40 мг/кг сухої речовини, в зеленій траві – 1,5; у сінні – 30, соломі – 15, в зерні й овочах – 2,5 мг/кг. На жаль, в Україні вміст фторидів у рослинах і продуктах їх переробки нормативними документами не регламентується.

Для дослідження ми відібрали культури, що переважають на сільськогосподарських угіддях Полтавщини: зернові культури, кукурудза, соя, соняшник, цукровий буряк. Проби ґрунтів і рослинної сировини відбиралися на території тих районів, що мають підвищений уміст фторидів у воді [8]. Це землі Машівського, Карлівського, Чутівського, Шишацького та Велико-Багачанського районів. Серед досліджуваних ґрунтів переважали чорноземи типові глибокі середньогумусні. Відбір проб для аналізу фторидів здійснювали відповідно до чинного ГОСТ 17.4.4.02-84 та ДСТУ 3355-96. Хіміко-аналітичні дослідження проводились на базі ДП «Полтавастандартметрологія» та на кафедрі хімії Пол-

тавського університету економіки і торгівлі (ПУЕТ).

Для кількісного визначення вмісту валового та в/р фтору у ґрунтах і рослинах використовували потенціометричний метод.

У ході визначення валового фтору в ґрунті проби спочатку сплавили, водорозчинний фтор вилучали методом екстракції. Під час визначення фторидів у рослинах проби спочатку озоляли [9].

Гранично допустима концентрація (ГДК) в ґрунті для валового вмісту всіх форм фтору нормативними документами не регламентується, але за деякими джерелами [10], становить у межах 330 мг/кг, а ГДК для в/р форм не повинна перевищувати 10 мг/кг [11, 12].

Результати дослідження (табл. 1) показали, що ґрунти на всіх досліджуваних територіях мають підвищений уміст ГДК водорозчинних фторидів і максимальне значення визначено в Машівському (в 3 рази) та Карлівському (в 4 рази) районах.

Таблиця 1

**Результати дослідження вмісту фторидів  
в ґрунтах і сільськогосподарських  
культурах для деяких районів Полтавської області**

Назва району	Уміст валового фтору в ґрунті, мг/кг	ГДК валового фтору в ґрунті, мг/кг	Уміст водорозчинного фтору в ґрунті, мг/кг	ГДК водорозчинного фтору в ґрунті, мг/кг	Сільськогосподарська культура	Уміст валового фтору, мг/кг
1	2	3	4	5	6	7
Машівський	134,5	330,0	40,5	10	Озима пшениця: зерно солома	2,50 8,80
	134,0		26,0		Кукурудза: зерно солома	11,06 12,49
	134,2		26,2		Соя: зерно солома	12,13 15,57
Карлівський	119,5		40,4		Соняшник: зерно солома	2,00 17,46
Чутівський	181,5		20,3		Ячмінь: зерно солома	7,76 11,65
Шишацький	68,9		22,4		Цукровий буряк	19,48
В-Багачанський	102,3		27,3		Кукурудза: зерно	13,48

Отже, і переважна більшість сільськогосподарських культур, що ростуть на цих ґрунтах, мають високий уміст фторидів. Так, у зерні кукурудзи їх уміст перевищує норму в 4–5 рази, в ячмені – в 3 рази, в цукровому бурякові – в 7 разів, в сої – в 4,5 раза. Зрозуміло, що споживаючи продукти переробки цих рослин, добове надходження фтору в організм людини буде перевищувати добову потребу (1,5–4 мг).

Уміст фторидів у соломі більшості досліджуваних культур (пшениця, кукурудза, ячмінь) не перевищує ГДК або знаходиться на межі (соя), і тільки солома соняшника має дещо завищений уміст.

Головна небезпека, що виникає під час споживання забруднених фторидами рослин,

полягає у тому, що вони перетворюють за-своєні з ґрунту чи повітря неорганічні сполуки фтору в органічні, які набагато отрутніші для людини. За даними джерела [5], органічні сполуки фтору, екстраговані із сої, в 500 разів більш токсичні за його неорганічні сполуки.

Кількість фтору, що поглинає рослина з ґрунту, звичайно залежить як від особливостей ґрунту, так і від анатомії та фізіології самої рослини. Простежується певна залежність між концентрацією водорозчинних фторидів у ґрунті та їх умістом у певних культурах. Наприклад, на 1 мг/кг водорозчинних фторидів, що містяться у ґрунті, 0,47 мг/кг фторидів – у зерні кукурудзи, і тільки 0,062 мг/кг у зерні пшениці (рис. 1).

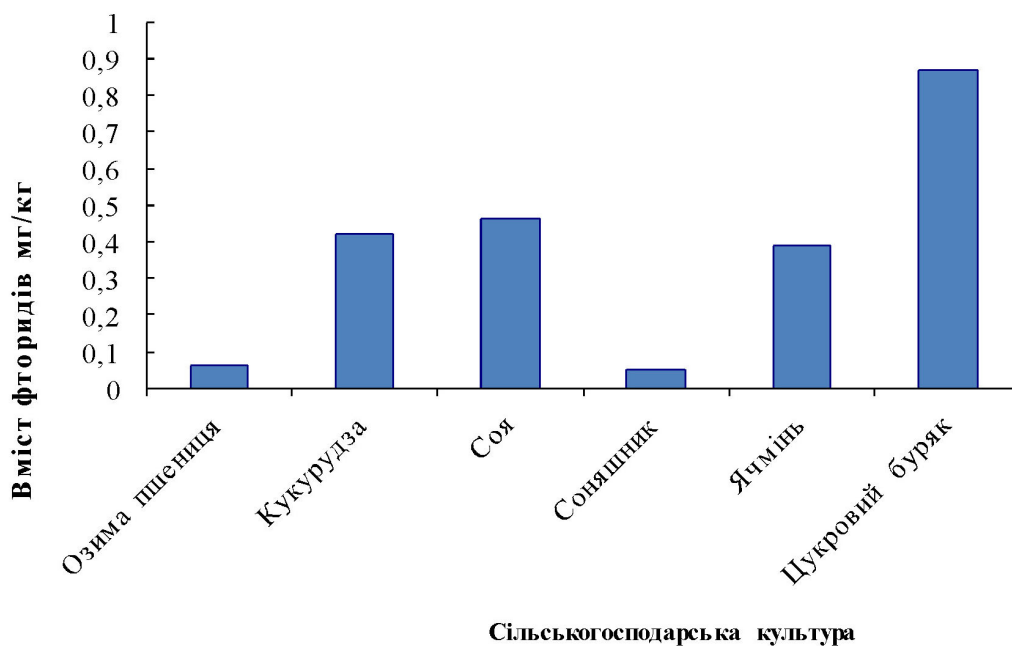


Рис. 1. Кількість фторидів у сільськогосподарських культурах, що припадає на 1 мг/кг в/р фторидів ґрунту

Визначення такої залежності дозволяє тільки за результатом аналізу ґрунту на вміст в/р фторидів визначити можливе забруднення рослинної сировини, що зростає на цій території.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень.** За результатами проведеного дослідження ми виявили, що значна частина сільськогосподарських угідь Полтавської області має підви-

щений уміст водорозчинних фторидів в орному шарі. Також встановлено, що такі сільськогосподарські культури, як кукурудза, ячмінь, соя, цукровий буряк, надзвичайно чутливі до дії високих концентрацій водорозчинних фторидів у ґрунті, вони накопичують їх у зерні та коренеплодах.

Результати проведеного дослідження оцінки екологічної безпеки сільськогосподарських культур дозволяють науково обґрун-

тувати необхідність розроблення національних стандартів, які б дозволяли контролювати рослинну сировину геохімічних провінцій на вміст фторидів, і рекомендацій щодо безпечного та найдоцільнішого використання земель із різним ступенем забруднення фторидами у сільському господарстві.

Надалі плануємо продовжувати моніторинг умісту фторидів у ґрунтах і рослинах пасовищ Полтавської області.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Екологічна безпека : підручник / В. М. Шмандій, М. О. Клименко, Ю. С. Голік, А. М. Прищеп, В. С. Бахарев, О. В. Харламова. – Херсон : Олді-плюс, 2013. – 366 с.  
  
Shmandij, V. M., Klymenko, M. O., Holik, Ju. S., Pryshchepa, A. M., Bacharjev, V. S., Charlamova, O. V. (2013) *Ekolohichna bezpeka [Environmental safety]*. Kherson: Oldi-pljus, 336 p. [in Ukraine].
2. Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2012–2015 роки (програма «Довкілля-2015»). – Полтава : [б. в.], 2012. – 178 с.  
  
*Regional'na programa okhorony dovkillya, ratsionalnoho vykorystannya pryrodnykh resursiv ta zabezpechennya ekolohichnoyi bezpeky z urakhuvannjam rehional'nykh priorytetiv Poltavskoyi oblasti na 2012–2015 roky [Regional program for environmental protection, rational use natural resources and environmental safety, taking into account regional]*. Poltava: [s. l.], 2012, 178 p. [in Ukrainian].
3. Назаренко Е. А. Проблеми забруднення фторидами ґрунтів і вод геохімічної провінції (на прикладі Полтавської області) [Електронний ресурс] / Е. А. Назаренко, Ю. Б. Нікозять, О. Д. Івашенко // Екологічна безпека. – 2014. – № 1 (17). – Режим доступу: [http://www.kdu.edu.ua/EKB\\_jurnal/2014\\_1%2817%29/Pdf/59.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1%2817%29/Pdf/59.pdf). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 15.08.2014.  
  
Nazarenko, E. A., Nikozyat, Yu. B. and Ivashchenko O. D. (2014) Problems fluorides contamination of soil and water geochemical province (for example, Poltava region). *Ekolohichna bezpeka*, 2014, no. 1 (17) [Ecological safety]. Available at: [http://www.kdu.edu.ua/EKB\\_jurnal/2014\\_1%2817%29/Pdf/59.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1%2817%29/Pdf/59.pdf) (accessed August 15, 2014).
4. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях : [пер. с англ.] / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – Москва : Мир, 1989. – 439 с.  
  
Kabata-Pendias, A., Pendias, Kh. (1989) *Mikroehlementy v pochvakh i rasteniyakh [Trace elements in soils and plants]*. Moscow: Mir, 439 p. [in Russian].
5. Танделов Ю. П. Фтор в системе почва-растение / Ю. П. Танделов ; под ред. акад. РАСХН В. Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск : [б. и.], 2012. – 146 с.  
  
Tandelov, Yu. P. (2012) *Ftor v sisteme pochva-rastenye, pod red. V. G. Mineeva [Fluoride in soil-plant system]*, Krasnoyarsk, 146 p. [in Russian].
6. Воздействие фтора и его производных на окружающую среду и организм человека / О. И. Попов, Л. В. Подригало, Г. Н. Даниленко, Н. Г. Семко // Врачебная практика. – 2000. – № 1. – С. 87–89.  
  
Popov, O. I., Podryhailo, L. V., Danilenko, G. N., and Semko, N. G. (2000), Effects of fluorine and its derivatives on the environment and the human body [Effects of fluorine and its derivatives on the environment and human body]. *Vrachebnaya praktika [Medical practice]*, no. 1, pp. 87–89 [in Russian].
7. Кариес и фтор: роль водного фактора, проблемы и решения / Ю. А. Рахма-

нин, Л. Ф. Кирьянова, Р. И. Махайлова, Е. М. Севостьянова // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2001. – № 6. – С. 34–39.

Rakhmanin, Yu. A., Kiryanova, L. F., Makhajlova, R. I., and Sevost'yanova, E. M. (2001) Karies i fluor: rol' vodnogo faktora, problemy i reshenija [Caries and fluoride: water as a cause, problems and solutions]. *Vestnik Rossijskoj akademii meditsinskikh nauk [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences]*, no. 6, pp. 34–39 [in Russian].

8. Моніторинг вмісту фтору в ґрунтах Полтавської області / Е. А. Назаренко, Ю. Б. Нікозять, Є. П. Діденко // Сучасні хімічні технології: екологічність, інновації, ефективність : матеріали Регіональної наук.-практ. конф., 17–18 квіт. 2013 р., Херсон. – Херсон : Херсон. нац. техн. ун-т, 2013. – С. 89–92.

Nazarenko, E. A., Nikozyat Yu. B., and Didenko Ye. P. (2013) Monitorynh vmistu ftoru v hruntakh Poltavskoyi oblasti [Monitoring of fluoride in soils Poltava region]. *Suchasni khimichni tekhnolohiyi: ekolohichnist, innovatsiyi, efektyvnit. Materialy rehlnoyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi [Modern chemical technology: sustainability, innovation, efficiency. Proceedings regional scientific conference]*. Kherson: KhNTU, April 17–18, pp. 89–92 [in Ukrainian].

9. Практикум по агрохимии : учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. [акад. РАСХН] В. Г. Минеева. – Москва : изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

Muneeva, V. H. (2001), *Praktykum po ah-rokhymyy [Workshop on Agricultural Chemistry]*, Moscow: yzd-vo MGU, [in Russian].

10. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве : СанПиН 42-128-4433-87 : утв. Минздравом СССР от 30 октября 1987 № 4433-87 : [действующие в Украине с 13 февраля 2013]. – Москва : [б. и. ], 1987. – 14 с.

(1987) *Sanitary norms of permissible concentrations of chemicals in soil : SanPin 42-128-4433-87 [Sanytarnye normy dopustymykh kontsentratsyy khymycheskykh veshchestv v pochve : SanPyN 42-128-4433-87, Mynzdrav SSSR]*. Moscow, 14 p. [in Russian].

11. Сергиенко Л. И. Гигиеническое регламентирование валового и усвояемого фтора в почве / Сергиенко Л. И. // Гигиена и санитария. – 1985. – № 11. – С. 78–79.

Serhyenko, L. Y. (1985) Hygienic regulation of total and digestible fluorine in soil [Hygienic regulation of total and digestible fluoride in the soil]. *Hyhyena y sanytariya [Hygiene and sanitation]*, no. 11, pp. 78–79 [in Russian].

12. Гапонюк Э. И. Степень и экологическое загрязнение почв фторидами / Э. И. Гапонюк // Контроль загрязнения природной среды: обзор. – 1983. – Вып. 1. – С. 58.

Haronyuk, E. Y. (1983) Stepen' y ekologicheskoe zagryaznenye pochv ftorydamy [Degree of environmental contamination of soil fluorides]. *Kontrol zahryazneniya prirodnoy sredy [Monitoring of environmental pollution: a review]*, vol. 1, p. 58 [in Russian].

**Э. А. Назаренко; Ю. Б. Нікозять**, кандидат химических наук, доцент; **Е. Д. Іващенко**, кандидат химических наук, доцент (Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли»). **Результат мониторинга экологической безопасности сельскохозяйственных культур при повышенном содержании фторидов в почвах биогеохимической провинции на примере Полтавской области.**

**Аннотация.** Для оценки экологической безопасности продовольственного сырья особенно большое значение имеет мониторинг сельскохозяйственных культур и почв, где их

выращивают. В Полтавской области качество земель ухудшается с каждым годом. Кроме этого, большая часть из них имеет повышенное содержание водорастворимых форм фтора, что ведет к его накоплению в растительном сырье. Избыток фторидов в растениях существенно нарушает функции их жизнедеятельности и снижает урожайность. Употребление продукции из данного растительного сырья – дополнительный источник поступления фторидов в организм человека, что способствует развитию патологий, таких как флюороз. Поэтому целью работы является оценка земель с различной степенью загрязнения фторидами для их использования в сельском хозяйстве, а также определение уровней накопления данного элемента в сельскохозяйственных культурах, которые чаще всего выращиваются в Полтавской области и имеют стратегическое значение для Украины. Для исследования были использованы лабораторные методы (химические, физико-химические) и статистические методы обработки информации. В статье представлены результаты мониторинга содержания фторидов в почвах и сельскохозяйственных культурах некоторых районов Полтавской области. Установлена зависимость между концентрацией водорастворимых фторидов в почве и их содержанием в культурах. Обоснована необходимость создания пакета нормативных документов по контролю растительного сырья на содержание фторидов.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, фториды, валовое содержание всех форм фтора, водорастворимые фториды, почва, растения, ПДК (предельно допустимая концентрация), флюороз.

**E. Nazarenko; J. Nikozjat, Cand. Chem. Sci., Docent; E. Ivashchenko, Cand. Chem. Sci., Docent (Poltava University of Economics and Trade). The results of ecological security monitoring of agricultural plantings under high concentration of fluorides in soils of biogeochemical province example Poltava region.**

**Summary.** To estimate the environmental safety of food raw materials it is important to monitoring agricultural crops and soil in. Where they grow. The quality of the soil in Poltava region worsens every year. Moreover, most of them have high content of water-soluble (w/s) forms of fluoride, and it leads to its accumulation in plant material. The excess of fluoride in plants penalizes the functions of their life and reduces their productivity. Consumption of products made of such plant material is additional source of fluoride in a human body that contributes to development of pathologies such as fluorosis.

The article conducts the analysis of literature sources and our own researches of the human diseases causes appearing at the territory of biochemical province, we showed the influence of fluorides excess upon human organism.

This work presents the results of monitoring of fluoride in soils and agricultural crops in some districts of Poltava region. There was established relationship between the concentration of water-soluble fluoride in the soil and their content in certain cultures. There was determined the necessity of creating a package of regulations to control the content of fluoride in plant material.

We figured out the possible ways of the problem solving.

**Keywords:** environmental safety, fluoride, soil, plants, MPC (maximum permissible concentration), fluorosis.