

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПРИ ПІДВИЩЕНОМУ ВМІСТІ ФТОРИДІВ У ҐРУНТАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Е. А. Назаренко, Ю. Б. Нікозять, О. Д. Івашенко

Полтавський університет економіки і торгівлі

вул. Ковалю, 3, м. Полтава, 36003, Україна. E-mail: butko_elvira@mail.ru

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 з них має підвищений вміст водорозчинних форм фтору, що призводить до його накопичення в рослинній сировині. Надлишок фторидів у рослинах суттєво порушує функції їх життєдіяльності та значно знижує врожайність. Споживання продукції з такої рослинної сировини є додатковим джерелом надходження фторидів до організму людини, що сприяє розвитку патологій, таких як флюороз. У роботі 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. Обґрунтовано необхідність створення пакету нормативних документів для контролю вмісту фторидів у рослинній сировині.

Ключові слова: екологічна безпека, фториди, ґрунт, рослини, гранично допустима концентрація, флюороз.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПОВЫШЕННОМ СОДЕРЖАНИИ ФТОРИДОВ В ПОЧВАХ ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Э. А. Назаренко, Ю. Б. Никозять, Е. Д. Иващенко

Полтавский университет экономики и торговли

ул. Ковалю, 3, г. Полтава, 36003, Украина. E-mail: butko_elvira@mail.ru

Для оценки экологической безопасности продовольственного сырья особенно важное значение имеет мониторинг сельскохозяйственных культур и почв, где их выращивают. В Полтавской области качество земель ухудшается с каждым годом. Кроме этого, большинство из них имеют повышенное содержание водорастворимых форм фтора, что приводит 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. В работе представлены результаты мониторинга содержания фторидов в почвах и сельскохозяйственных культурах некоторых районов Полтавской области. Установлена взаимосвязь между концентрацией 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, почва, растения, предельно допустимая концентрация, флюороз.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Продовольча безпека, здійснювана через контроль аграрного виробництва, сировини та кінцевого продукту, – складний багаторівневий процес, в якому особливої уваги потребує вирішення питання моніторингу забруднення ґрунтів і рослинної сировини, що на них зростає.

У Полтавській області спостерігається стала тенденція щодо погіршення якості ґрунтів, переважна частина яких відведена під сільськогосподарські угіддя [1]. А для багатьох із них характерним є ще й підвищений вміст деяких рухливих форм фтору [2]. В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва забруднення фторидами ґрунтів відбувається при застосуванні мінеральних добрив, пестицидів, а ґрунти Полтавської області, до всього, ще й містять фторовмісні мінеральні породи (фторопатити та ін), які вимиваються підземними водами, особливо лужними. Середній вміст фторидів у цих водах – 2,5–4,5 мг/л, а не повинен перевищувати 1,5 мг/л [3]. Вище згадані процеси призводять до постійного накопичення фторидів по всьому ланцюгу його міграції.

Накопичення фторидів у ґрунтах призводить до страшних наслідків, пов'язаних зі зміною їх властивостей, в результаті хімічної активності фторидної кислоти, що утворюється із твердих і газоподібних сполук фтору. Крім цього, відбувається руйнування

глинистих та інших мінералів кремнезему, деструкція гумусових мінеральних комплексів. Доведено, що в ґрунтах із високим вмістом фторидів знижується ферментативна активність ґрунтових мікроорганізмів [4].

Доступність фтору для рослин залежить як від ґрунтових факторів, так і від біологічних – виду рослини, стадії її розвитку тощо.

Відомо, що особливу небезпеку для рослин становлять саме рухомі водорозчинні (в/р) форми (фториди лужних металів), так як вони пасивно і легко переносяться з ґрунту в рослинні тканини. Відомо [4], що забруднення рослин фторидами призводить до:

- 1) порушення респіраторної діяльності;
- 2) зменшення поглинання кисню;
- 3) зменшення вмісту хлорофілу;
- 4) зниження асиміляції поживних речовин (у тому числі крохмалю);
- 5) пригнічення функцій деяких ферментів (пірофосфатази);
- 6) пригнічення функцій деяких каталізаторів;
- 7) пошкодження клітинних мембран;
- 8) зміни метаболізму органел клітини;
- 9) руйнування нуклеїнових кислот (ДНК та РНК);

10) синтезу токсичних фторорганічних сполук (у південно-африканських рослин, сої).

Результатом вищезгаданих процесів є загальне сповільнення росту рослин і зниження їх урожайності. Але найбільша небезпека забруднення рослин фтором у тому, що вони стають джерелом надходження фторидів до організму 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 кальцію і магнію та іншими біогенними елементами – активаторами ферментних систем. У результаті цього пригнічується дія багатьох ферментів, порушується обмін вуглеводів і жирів, гальмується окиснення жирних кислот.

По-друге, фториди мають більшу хімічну активність порівняно з йодидами, і тому можуть бути їх конкурентами в синтезі гормонів щитовидної залози, відповідно, впливати на її функції, викликаючи певні захворювання.

Крім цього, фториди нерівномірно розподіляються в різних тканинах людського організму і, маючи достатньо велику спорідненість до кальцінованих тканин, накопичуються в них протягом усього життя [5]. 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 таза, хребта, ребер, обмеження рухливості грудної клітки). Негативного впливу дії високих концентрацій фторидів зазнають і органи кровотворення – відбувається подразнення червоного ростка кісткового мозку і пригнічення білого [6].

На думку авторів аналізованої літератури, жахливим є те, що найбільш чутливі до інтоксикації фтором діти, і саме у віці, коли посилюється ріст і формуються кістки скелету, зуби. Виявлено, що у дітей віком від 7 до 15 років гальмується поздовжній ріст скелету, затримується статевий розвиток, зростає ймовірність враження флюорозом молочних та постійних зубів, та кількість випадків захворювання на ревматизм, сколіоз, енурез та інші захворювання.

У зв'язку з цим, актуальним завданням стає оцінка земель з різним ступенем забруднення фторидами щодо їх використання в сільському господарстві, а також визначення рівнів накопичення даного елемента в сільськогосподарських культурах, що найчастіше вирощуються в Полтавській області і мають стратегічне значення для України.

Метою роботи є оцінка екологічної безпеки сільськогосподарських культур, що зростають на грунтах з підвищеним вмістом фторидів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Під час аналізу літературних джерел нами було з'ясовано, що на території Полтавської області екотоксикологічний моніторинг на вміст фторидів в грунтах проводився тільки біля с. Степне Полтавського району протягом 2001–2004 рр. Виявилося, що

вміст в/р фторидів дорівнює 4,04 мг/кг. Моніторинг вмісту фторидів у грунтах на решті території області не проводився. Що стосується досліджень на вміст фторидів у сільськогосподарських культурах, що вирощуються на території області, то такі дані взагалі відсутні.

Рослини по-різному реагують на високі концентрації фторидів у ґрунті [7]. Наприклад, квасоля, спаржа, капуста, морква, цибуля, верба – стійкі до забруднень фторидами. Особливою стійкістю до негативного впливу фторидів вирізняється гречка. Чутливість до дії фторидів в неї з'являється тільки при їх концентрації в ґрунті 900 мг/кг. Інші культури, такі як кукурудза, ячмінь, петрушка, гладіолуси, абрикоса, сосна, навпаки – чутливі. У цих культур, при дії на них високих концентрацій фторидів, на кінчиках листків з'являються блідо-коричневі полоси та плями, які розміщуються вздовж листової жилки. Рослини, що надзвичайно чутливі до забруднень фторидами, використовуються як біоіндикатори. Доведено, що фториди нерівномірно розподіляються в органах рослин. Найбільше їх в кореневій системі, трішки менше міститься у вегетативній масі і найменше – в зерні.

На жаль, в Україні вміст фторидів у рослинах і продуктах їх переробки нормативними документами не регламентується. Але за деякими літературними даними [7] безпечні фонові концентрації фторидів у рослинах, прийняті в країнах Європи, – менше 10 мг/кг, максимально допустимий вміст – 30–40 мг/кг сухої речовини, в зеленій траві – 1,5, в сні – 30, солоні – 15, в зерні і овочах – 2,5 мг/кг.

Для дослідження нами були відібрані 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 вміст фторидів у воді [8]. Це землі Машівського, Карлівського, Чутівського, Шишацького та Велико-Багачанського районів. Серед досліджуваних ґрунтів переважали чорноземи типові глибокі середньо гумусні. Відбір проб для аналізу фторидів здійснювали відповідно до діючого ГОСТ 17.4.4.02–84 і ДСТУ 3355–96. Хіміко-аналітичні дослідження проводились на базі ДП «Полтавастандартметрологія» та на кафедрі хімії Полтавського університету економіки і торгівлі (ПУЕТ).

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

При визначенні валового фтору в ґрунті проби спочатку сплавили, в/р фтор вилучали методом екстракції. При визначенні фторидів у рослинах проби спочатку озольали [9].

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

За результатами дослідження (табл. 1), ґрунти на всіх досліджуваних територіях мають перевищення

ГДК за вмістом в/р фторидів і максимального значення досягає в Машівському (в три рази) та Карлівському (в чотири рази) районах, території яких майже повністю належать до так званої Бучакської фтороносної гідрогеологічної провінції. Як наслідок, і переважна більшість сільськогосподарських культур, що ростуть на цих ґрунтах, має високий вміст фторидів. Так, у зерні кукурудзи їх вміст перевищує норму в 4–5 рази, в ячмені – в три рази, в

цукровому бурякові – в сім разів, в сої – в 4,5 рази. Вміст фторидів у соломі більшості досліджуваних культур (пшениця, кукурудза, ячмінь) не перевищує ГДК або знаходиться на межі (соя), і тільки солома соняшника має дещо завищений вміст. Про забруднення досліджуваних культур фторидами свідчили жовті некротичні плями та полоси вздовж листової пластини (рис. 1).

Таблиця 1 – Результати дослідження вмісту фторидів в ґрунтах та сільськогосподарських культурах для деяких районів Полтавської області

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

Зрозуміло, що споживаючи продукти переробки даних рослин, добуве надходження фтору до організму людини буде перевищувати добову потребу (1,5–4 мг).

Але не тільки людина може постраждати від споживання таких рослин, а ще й худоба, що харчується буряком із надлишком фторидів, силосом, виготовленим із забрудненої кукурудзи. Гранично допустима щорічна норма фторидів в раціоні тварин складає – для овець – 50, корів – 30, свиней – 70 мг/кг [7]. Якщо не дотримуватися цих норм, то на стіл до споживача будуть потрапляти продукти тваринництва від хворих на флюороз тварин, що стане ще одним додатковим джерелом надходження фторидів до організму людини.

Необхідно пам'ятати, що небезпека під час споживання забруднених фторидами рослин ще й в тому, що вони перетворюють засвоєні з ґрунту чи по-

вітря неорганічні сполуки фтору в органічні, які є досить токсичними для людини. Так, за даними [4], 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.

Залежність між вмістом фторидів в ґрунтах та їх концентрацією в соломі дослідила О.А. Безікова (1997). За даними її досліджень при вмісті фторидів в ґрунті 60,6 мг/кг, в соломі їх накопичувалося 43,7 мг/кг, при 17,6 мг/кг – 35,8, при 1,8 мг/кг – 28,6 мг/кг. Нажаль автор не вказала вміст, яких саме, фторидів вимірювався [7].

За результатами наших досліджень простежується певна залежність між концентрацією в/р фторидів у ґрунті та їх вмістом у певних культурах.

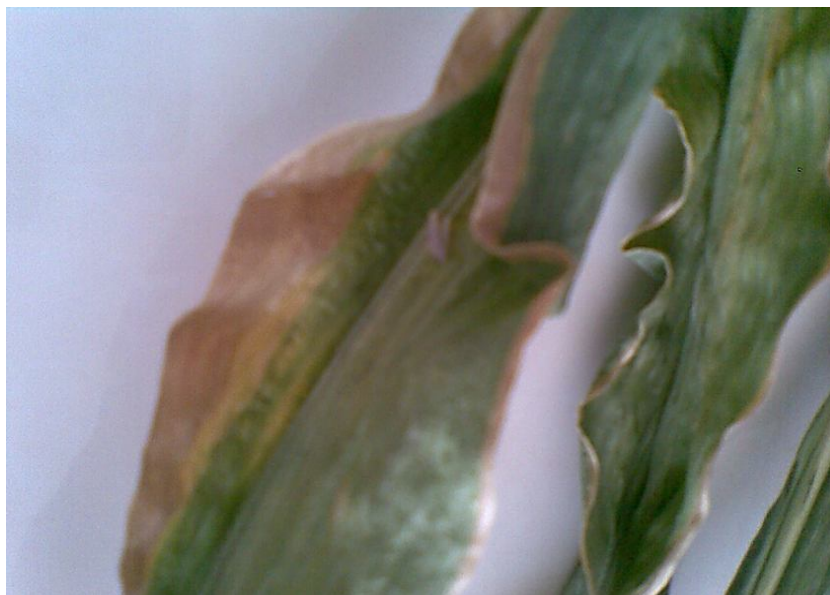


Рисунок 1 – Листки кукурудзи, що зростає на ґрунтах, забруднених фторидами

Наприклад, на 1 мг/кг в/р фторидів ґрунту припадає 0,47 мг/кг фторидів у зерні кукурудзи, і тільки 0,062 мг/кг для зерна пшениці (рис. 2).

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

Результати досліджень свідчать про те, що на забруднених фторидами ґрунтах екологічно небезпечно вирощувати чутливі до їх впливу культури, такі як ячмінь, сою, кукурудзу, цукровий буряк, проте можна вирощувати пшеницю.

Дані моніторингу можуть бути використані для створення карти ґрунтів, щодо забруднення фторидами та рекомендацій зі зниження в них концентрації фторидів. Результати дослідження мають важливе значення для розробки збалансованого раціону харчування населення, що мешкає в межах біогеохімічних провінцій з підвищеним вмістом фторидів, що включатиме в себе оптимальне співвідношення макро- та мікронутрієнтів.

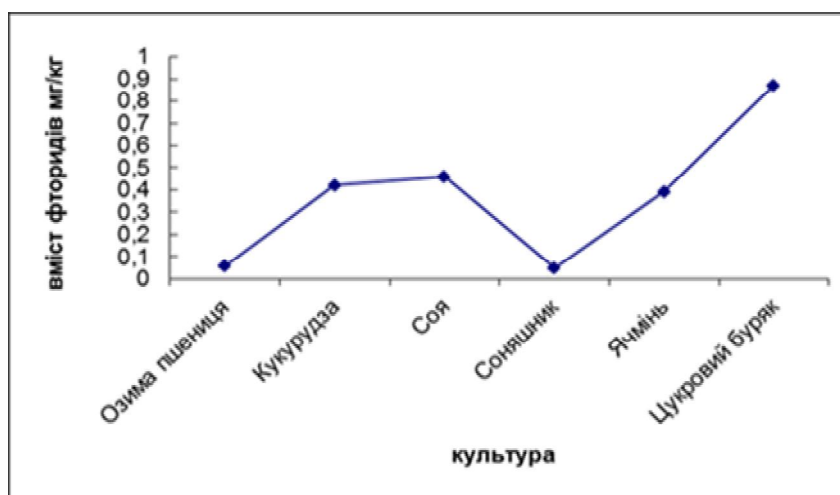


Рисунок 2 – Кількість фторидів у сільськогосподарських культурах, що припадає на 1 мг/кг в/р фторидів ґрунту

ВИСНОВКИ. Результати проведеного дослідження дозволяють науково обґрунтувати необхідність розробки державних (регіональних) стандартів, які б дозволяли контролювати рослинну сировину геохімічних провінцій на вміст фторидів, та

рекомендацій щодо безпечного і найдоцільнішого використання земель з різним ступенем забруднення фторидами в сільському господарстві.

Подібні питання носять загальнодержавний характер і полягають у певних змінах принципів зем-

лекористування, виробництва, посиленні контролю за діяльністю агропідприємств на навколишнє середовище, можливо, у перегляді певних санітарно-гігієнічних норм для токсичних речовин. Особливо, на нашу думку значну увагу необхідно приділити розробці системи методів щодо зниження концентрації фторидів у воді, що споживає населення, та у ґрунтах із підвищеним вмістом фторидів.

Автори статті дуже вдячні керівництву ДП «Полтавастандартметрологія» за активну співпрацю та допомогу при проведенні досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. 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.

2. Моніторинг вмісту фтору в ґрунтах Полтавської області / Е.А. Назаренко, Ю.Б. Нікозять, Є.П. Діденко // Сучасні хімічні технології: екологічність, інновації, ефективність // Матеріали регіональної науково-практичної конф., 17–18 квітня 2013 р. – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2013. – С. 89–92.

3. Ліщук А.М. Екоотоксикологічна оцінка ґрунтів України за вмістом фтору при застосуванні мінеральних добрив // Науковий вісник НАУ. – К.: НАУ, 2003. – Вип. 64. – С. 233–237.

4. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

5. 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.

6. Карлес и фтор: роль водного фактора, проблемы и решения / Ю.А. Рахманин, Л.Ф. Кирьянова, Р.И. Махайлова, Е.М. Севостьянова // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2001. – № 6. – С. 34–39.

7. 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.

8. Проблеми забруднення фторидами ґрунтів і вод геохімічної провінції (на прикладі Полтавської області) [Електронний ресурс] / Е.А. Назаренко, Ю.Б. Нікозять, О.Д. Іващенко // Екологічна безпека. – 2014. – № 1 (17). – Режим доступу: http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1%2817%29/Pdf/59.pdf.

9. Практикум по агрохимии : учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

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. – М.: [б. и.], 1987. – 14 с.

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

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

13. Продукція сільськогосподарська рослинна. Методи відбору проб у процесі карантинного огляду та експертизи: ДСТУ 3355–96. – [1997–01–08]. – К.: Держспоживстандарт України, 1997. – 62 с. – (Національний стандарт України).

ENVIRONMENTAL SAFETY ASSESSMENT OF CROPS WITH A HIGH FLUORINE CONTENT IN THE SOILS OF THE POLTAVA REGION

E. Nazarenko, J. Nikozjat, E. Ivaschenko

Poltava University of Economics and Trade

vul. Kovalya , 3, Poltava, 36003, Ukraine . E-mail: butko_elvira@mail.ru

To estimate the environmental safety of food raw materials it is important to monitor an agricultural crops and soil in which 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, which are leading to its accumulation in plant material. The excess of fluoride in plants penalizes the functions of their life and reduces the productivity. The consumption of products from such plant material is an additional source of fluoride in the human body that contributes to the development of pathologies such as fluorosis. This work presents the results of monitoring of the fluoride in soils and agricultural crops in some districts of Poltava region. It was established a relationship between the concentration of water-soluble fluoride in the soil and their content at certain cultures. It has been determined the necessity of creating a package of regulations to control the content of fluoride in plant material.

Key words: environmental safety, fluoride, soil, plants, maximum permissible concentration, fluorosis.

REFERENCES

1. (2012), *Prohrama okhorony dovkillya, ratsional'noho vykorystannya pryrodnykh resursiv ta zabezpechennya ekolohichnoyi bezpeky z urakhuvanniam rehional'nykh priorytetiv Poltavskoyi oblasti na 2012-2015 roky* [Regional program for environmental protec-

tion, rational use natural resources and environmental safety, taking into account Poltava region priorities], Poltava, Ukraine.

2. Nazarenko, E.A, Nikozyat Yu., and Didenko, Ye.P. (2013), “Monitoring of fluoride in soils of Poltava region”, *Modern chemical technology: sustainability, innovation,*

efficiency. *Proceedings regional scientific conference*, Kherson, KhNTU, April 17–18, pp. 89–92.

3. Lishhuk, A.M. (2003), "Ecotoxicological assessment of Ukraine soils for fluoride content in the application of fertilizers", *Naukovij visnik NAU*, no. 64, pp. 233–237.

4. Kabata-Pendias, A., Pendias, Kh. (1989), *Mikroelementy v pochvakh i rastenyakh* [Trace elements in soils and plants], Translated from English, Mir, Moscow, Russia.

5. 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", *Vrachebnaya praktika*, no. 1, pp. 87–89.

6. Rakhmanin, Yu.A., Kiryanova, L.F., Makhajlova, R.I., and Sevostyanova, E.M. (2001), "Caries and fluoride: water as a cause, problems and solutions", *Vestnik Rossijskoj akademii meditsinskikh nauk*, no. 6, pp. 34–39.

7. Tandelov, Yu.P. (2012), *Ftor v systeme pochva-rastenye* [Fluoride in soil-plant system], RASKhN, Krasnoyarsk, Russia.

8. Nazarenko, E.A., Nikozyat, Yu.B., and Ivashchenko, O.D. (2014), "Problems of fluorides contamination of soil and water in geochemical province (for example, Poltava

region)", *Ekolohichna bezpeka*, no. 1 (17), available at: http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1%2817%29/Pdf/59.pdf (accessed August 15, 2014).

9. Myneeva, V.H. (2001), *Praktykum po ahrokhymyy* [Workshop on Agricultural Chemistry], RASKhN, Moscow, Russia.

10. (1987), *Sanitary norms of permissible concentrations of chemicals in soil: SanPin 42–128–4433–87* [Sanitary norms of permissible concentrations of chemicals in soil: SanPyN 42–128–4433–87], Mynzdrav SSSR, Moscow, USSR.

11. Serhyenko, L.Y. (1985), "Hygienic regulation of total and digestible fluorine in soil", *Hyhyena y sanytariya*, no. 11, pp. 78–79.

12. Haponyuk, E.Y. (1983), "Degree of environmental contamination of soil fluorides", *Kontrol zahyazneniya pryrodnoy sredy*, vol. 1, p. 58.

13. (1997), *Produktsiya silskohospodarska roslinna. Metody vidboru prob u protsesi karantynnoho ohlyadu ta ekspertyzy* [Agricultural production plant. Methods of sampling in the quarantine inspection and examination], Derzhanyi komitet standartyzatsyi metrolohyi sertyfikatsyi Ukrainy, Kyiv, Ukraine.

Стаття надійшла 17.03.2015.