

УДК 546.16:631.67(477.7)

В.І. Тригуб, канд.геогр.наук, доцент
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, .
кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів,
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65026, Україна

СУЧАСНІ ПРОЦЕСИ МІГРАЦІЇ Й АКУМУЛЯЦІЇ ФТОРУ В АГРОЛАНДШАФТАХ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ

На підставі узагальнення результатів багаторічних досліджень аналізуються основні тенденції і закономірності вмісту фтору в агроландшафтах масивів зрошення Одещини в умовах зрошення і після його припинення.

Ключові слова: фтор, чорнозем, зрошення, хімічна меліорація.

Вступ

Фтор належить до числа небезпечних для природного середовища хімічних елементів. Серед існуючих забруднюючих речовин фтор займає особливе місце і належить до елементів першого класу небезпеки. Вміст його в ґрунтах сильно варіює залежно від їхнього генезису і властивостей. За даними А.П. Виноградова, середній вміст фтору у ґрунтах колишнього СРСР склав 200 мг/кг [2]. У найбільш забруднених районах концентрація фтору може досягати 1000–2000 мг/кг, за допустимого значення 500 мг/кг. Піщані ґрунти менш забезпечені фтором. У глинистих ґрунтах вміст фтору змінюється пропорційно вмісту глини. Вміст фтору у верхніх горизонтах ґрунтів звичайно є нижчим унаслідок вилуговування. Водночас верхній горизонт ґрунтів здатний фіксувати певну кількість фтору з атмосфери.

Джерелами антропогенного забруднення ґрунтів фтором є мінеральні добрива, меліоранти (фосфогіпс), зрошувальні води, атмосферні викиди промислових підприємств тощо.

Контроль за станом забруднення ґрунтів можна здійснювати за вмістом як валових, так і рухомих форм елементів. Переважна частина фтору у ґрунтах (до 95%) знаходиться у формі малорозчинних сполук [3]. Але найбільшою мірою беруть участь у процесах, які відбуваються в системі «ґрунт – меліорант (добриво) – рослина» рухомі, зокрема водорозчинні форми фтору. Зрошення приводить до збільшення кількості водорозчинного фтору в ґрунтах, який може легко вилуговуватись із ґрунтів, створюючи загрозу забруднення цим елементом геохімічно залежних ландшафтів і місцевих джерел водопостачання.

На підставі наявної, а також отриманої в ході досліджень різними авторами інформації розроблено класифікацію зрошуваних ґрунтів за вмістом водорозчинного фтору (табл. 1).

Таблиця 1
Класифікація зрошуваних ґрунтів за вмістом водорозчинного фтору [1]

Вміст водорозчинного фтору, мг/кг ґрунту	Рівень вмісту фтору
3	Низький
3–6	Середній
6–9	Високий

Об'єкти та методи досліджень

Дослідження по вмісту фтору в ґрунтах масивів зрошення проводилися в межах північно – західного Причорномор'я. Багатосторонні дослідження впливу зрошення та гіпсування на вміст фтору в ґрунтах проводилися в межах Дунай-Дністровської зрошувальної системи в польовому досліді, який включав варіанти: чорноземи південні незрошені (контроль), чорноземи південні зрошені, чорноземи південні зрошені + фосфогіпс у дозі 12 т/га і чорноземи південні зрошені + фосфогіпс у дозі 12 т/га + гній у дозі 60 т/га.

У зразках ґрунтів визначали валовий і активний (кислоторозчинний і водорозчинний) фтор потенціометричним методом із застосуванням фтор-селективного електрода марки EF-IV. Для виявлення впливу меліорації на вміст фтору в рослинах і міграції його в системі «ґрунт-рослини» визначали кількість валового й активного фтору у клітинному соці рослин кукурудзи, вівса, гороху, пшениці, люцерни, відібраних у межах польового досліді.

Результати досліджень

Дослідження вмісту фтору в природних і зрошувальних водах показали, що його вміст не перевищує ГДК, але являється досить високим і коливається в межах 0,2–1,22 мг/л [1]. При внесенні фосфогіпсу безпосередньо в зрошувальну воду, вміст фтору при цьому збільшився в 2–4 рази, досягаючи 1,75 мг/л.

У верхніх горизонтах чорноземів південних, зразки яких відбирались на масивах зрошення Одеської області, валовий вміст фтору коливається в межах 310,0–597,0 мг/кг (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст фтору в орному шарі чорноземів південних масивів зрошення Одещини (мг/кг)

Фтор	Варіант досліді, ґрунти		
	незрошені	зрошені	зрошені, гіпсовані
Валовий	$\frac{488,5}{380,0-597,0}$	$\frac{319,2}{310,0-328,0}$	$\frac{334,4}{318,0-360,5}$
Воднорозчинний	$\frac{2,33}{1,22-3,47}$	$\frac{2,77}{2,1-3,44}$	$\frac{4,12}{2,05-6,75}$

Примітка: чисельник – середні значення; знаменник – межі коливань.

Порівнюючи валовий вміст фтору в ґрунтах незрошуваних, зрошуваних і зрошуваних гіпсованих, привертає увагу той факт, що незрошені ґрунти у верхньому шарі містять значно більше фтору, ніж зрошені. Це можна пояснити тим, що при зрошенні відбувається поступовий перехід валових форм у розчинні. При зрошенні і гіпсуванні кількість валового фтору в верхньому шарі також збільшується, але не значно.

Вміст воднорозчинного фтору досліджуваної території коливається в широких межах: 1,22–6,75 мг/кг. Існує закономірне збільшення вмісту воднорозчинного фтору в зрошуваному і в зрошуваному гіпсованому ґрунтах. Кількість воднорозчинного фтору при зрошенні і гіпсуванні збільшується до 2,05–6,75 мг/кг (при середньому значенні 4,12 мг/кг), тобто збільшення становить майже 1,5 рази. Це можна пояснити по-перше за рахунок фтору, який міститься в зрошуваній воді, а також за рахунок поступового розчинення валового фтору.

Дослідження профільного розподілу вмісту фтору показали, що на незрошуваних землях вміст валового фтору значно вищий, ніж на зрошенні. Вниз по профілю ґрунту і в горизонтах лесової товщі вміст валового фтору збільшується, сягаючи 600–800 мг/кг (рис. 1).

Для розчинних форм фтору в чорноземах південних, особливо незрошуваних, характерно підвищений вміст у верхньому шарі, що можна пояснити біологічною акумуляцією елемента. У підорному горизонті його вміст дещо зменшується. Найбільш високі концентрації характерні для горизонтів скупчення карбонатів. Вниз по профілю спостерігається закономірне збільшення концентрації активного фтору; на глибині 140–150 см він досягає 25–30 мг/кг, що пов'язано зі збільшенням його валових форм. Таким чином, максимальні значення фтору приурочені до ґрунтоутворюючих порід, що, скоріше всього, пов'язано з їх карбонатністю та засоленістю [4].

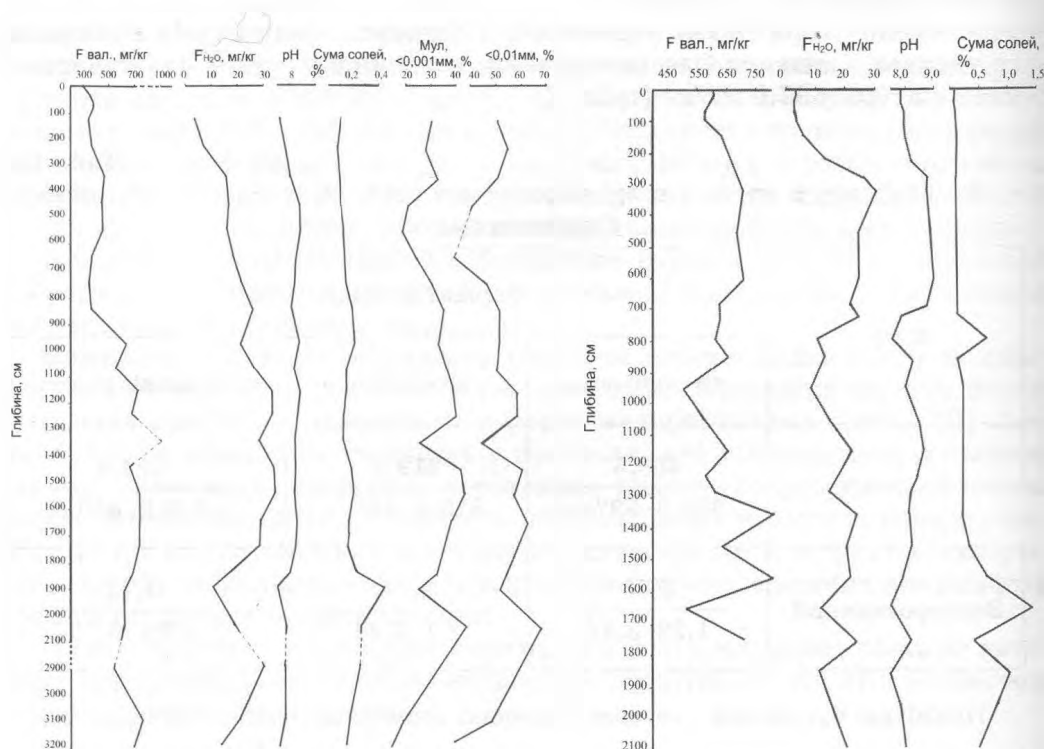


Рис. 1. Профільний розподіл валового, воднорозчинного фтору та фізико-хімічні показники зрошуваного (а) та незрошуваного (б) чорнозему південного північно-західного Причорномор'я

Для розчинних форм фтору в чорноземах південних, особливо незрошуваних, характерно підвищений вміст у верхньому шарі, що можна пояснити біологічною акумуляцією елемента. У підорному горизонті його вміст дещо зменшується. Найбільш високі концентрації характерні для горизонтів скупчення карбонатів. Вниз по профілю спостерігається закономірне збільшення концентрації активного фтору; на глибині 140–150 см він досягає 25–30 мг/кг, що пов'язано зі збільшенням його валових форм. Таким чином, максимальні значення фтору приурочені до ґрунтоутворюючих порід, що, скоріше всього, пов'язано з їх карбонатністю та засоленістю [4].

На зрошенні і на богарі профільний розподіл валового і воднорозчинного фтору має наступні загальні риси (рис. 1):

- гумусово-акумулятивний і елювіальні горизонти містять менше фтору ніж ілювіальні;
- легкі за гранулометричним складом горизонти менше, ніж важкі;
- незасолені горизонти менше, ніж засолені;
- безкарбонатні горизонти менше, ніж карбонатні.

Вплив хімічної меліорації на вміст і динаміку фтору в чорноземах південних в межах Дунай-Дністровської зрошувальної системи

За нашими дослідженнями, під впливом зрошення концентрація валового фтору в орному шарі на ділянці зі зрошенням зменшилась на 60 мг/кг, у підорному 72 мг/кг (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст валового фтору в чорноземах південних Дунай-Дністровської зрошувальної системи

Горизонт	Меліоративний стан		
	незрошувані	зрошувані	зрошувані, гіпсовані
H _{орн.}	380,0	319,2	334,4
н	418,0	345,8	345,8
Hр	345,8	372,4	334,4
Ph	364,8	364,8	364,8
P(h)	357,2	380,0	359,1

Значне зменшення вмісту валового фтору в орному і підорному горизонтах зрошувальної ділянки можна пояснити тривалою міграцією воднорозчинного фтору з верхнього шару в глибину ґрунтового профілю.

Зрошення сасикською водою вплинуло на вміст активного фтору, особливо кислотнорозчинного (табл. 4). Вміст фтору в верхньому шарі ґрунтів збільшився відповідно з 0,82 мг/кг до 1,19 мг/кг воднорозчинного, і з 5,6 мг/кг до 13,30 мг/кг кислотнорозчинного.

Таблиця 4

Вміст активного фтору в чорноземах південних Дунай-Дністровської зрошувальної системи, мг/кг

Глибина, см	Варіант досліджу							
	незрошувані		зрошувані		зрошувані, гіпсовані (12 т/га)		зрошувані, гіпсовані (12 т/га), гній (60 т/га)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
0-10	0,82	5,60	1,19	13,30	1,95	19,95	1,43	15,20
10-20	0,62	6,84	1,00	12,83	1,71	16,58	1,38	14,73
20-30	0,66	4,56	0,95	10,45	1,09	14,73	1,09	13,78
30-40	0,82	6,08	0,92	10,45	0,95	13,78	0,92	12,83
40-50	1,24	6,08	0,89	11,40	0,79	13,30	1,48	12,83

Примітка: 1- водорозчинний фтор, 2 – кислоторозчинний фтор.

Значне збільшення вмісту фтору в ґрунтах пов'язане з внесенням в ґрунт фторвмісних добрив і меліорантів. Особливо це помітно на варіантах, де застосовувався фосфогіпс в якості хімічного меліоранта солонцюватих ґрунтів. Дослідження, проведені нами в польових умовах показали, що внесення надмірно високих доз (12 т/га) фосфогіпсу, суттєво підвищує вміст валового і розчинного фтору в ґрунтах (табл. 3, 4). Із таблиць видно, що на фоні гіпсування вміст воднорозчинного і особливо кислотнорозчинних форм фтору збільшився до глибини 40–50 см. Цікавим являється варіант, де вносився фосфогіпс з гноєм. Як видно з таблиці 4 гній знижує надходження активного фтору в чорноземах південних.

Збільшення кількості водорозчинного фтору в ґрунтах призводить до його збільшення в рослинах від 0,06 мг/л соку рослин на зрошенні до 0,74 мг/л при внесенні фосфогіпсу.

Внесення надмірно високих доз фосфогіпсу (12 т/га) суттєво підвищує і вміст фтору в лізіметричних водах, досягаючи в окремих випадках більше 1мг/л. Таке збільшення вмісту фтору в лізіметричних водах становить серйозну екологічну небезпеку, оскільки фтор, який надходить у ґрунтовий розчин, легко вимивається з ґрунтів, створюючи загрозу забруднення цим елементом геохімічно залежних ландшафтів, ґрунтів і природних вод[4].

Висновки

1. Зрошення і хімічна меліорація є вагомим фактором диференціації території за вмістом валового і водорозчинного фтору в чорноземах південних. Зрошення протягом 8 років водою з низьким вмістом фтору (0,4 мг/л) істотно не вплинуло на вміст валового і водорозчинного фтору. Рівень вмісту водорозчинного фтору за класифікацією зрошуваних ґрунтів за вмістом водорозчинного фтору, як правило, низький і тільки в окремих випадках досягає середнього. При виробничому гіпсуванні поливних вод і, відповідно, високому вмісті фтору в них (1,7–2,0 мг/л) суттєво підвищується вміст валового і водорозчинного фтору в ґрунтах.

2. Динаміка вмісту фтору на масивах вторинно-солонцюватих ґрунтів Дунай-Дністровської зрошувальної системи залежить від періодичності проведення хімічної меліорації земель. Одноразове використання фосфогіпсу в дозі 12 т/га для меліорації солонцюватих ґрунтів призводить до підвищення валового і водорозчинного фтору, але не перевищує гранично допустимих концентрацій. Повторне застосування високих доз фосфогіпсу (12–24 т/га) для розсолонцювання середньо- і сильносолонцюватих ґрунтів зумовлює суттєве підвищення в них вмісту як валового, так і водорозчинного фтору.

3. Збільшення вмісту водорозчинного фтору в ґрунтах спричиняє підвищення його кількості в рослинах від 0,06 мг/л при зрошенні до 0,74 мг/л – при внесенні фосфогіпсу. Причому спостерігається більш інтенсивне накопичення фтору в рослинах, ніж у ґрунтах. Різні види рослин неоднаково поглинають фтор.

4. Ґрунтуючись на викладеному вище, можна спрогнозувати, що в майбутньому, за збереження тенденції подальшого згортання зрошення та зменшення кількості фосфорних добрив, що вносяться, а також зникнення потреби внесення фосфогіпсу, «фториста небезпека» на масивах зрошення Одеської області зійде нанівець. При збереженні зрошення принаймні в його нинішніх обсягах, а також при відновленні хімічної меліорації стає необхідною організація систематичного контролю за накопиченням фтору в ґрунтах, рослинах, поливних, ґрунтових і дренажних водах.

Література

1. Балюк С.А., Носоненко О.А., Ладних В.Я. Класифікаційні проблеми зрошуваних ґрунтів України // Вісник ХНАУ. – Ґрунтознавство. – 2008. – №1. – С. 41-55.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 237 с.
3. Перельман А.И. Геохимия. – М.: Высшая школа, 1979. – 312 с.
4. Тригуб В.І., Позняк С.П. Фтор в черноземах південного заходу України: Монографія. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 148 с.

В.И. Тригуб

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,
кафедра почвоведения и география почв,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ МИГРАЦИИ И АККУМУЛЯЦИИ ФТОРА В АГРОЛАНДШАФТАХ МАССИВОВ ОРОШЕНИЯ

Резюме

На основании обобщения многолетних исследований анализируются основные тенденции и закономерности содержания фтора в агроландшафтах массивов орошения Одесщины в условиях орошения и после его прекращения.

Ключевые слова: фтор, чернозем, орошение, химическая меліорація.

V. Trigub

Odessa Mechnikov National University,
Department of Soil Science and Soil Geography
Dvorianskaya St.,2, Odessa, 65026, Ukraine

**MODERN PROCESSES OF MIGRATION AND ACCUMULATION
OF FLUORINE IN AGROLANDSCAPES OF IRRIGATION AREAS**

Summary

On the basis of generalisation of long-term researches the basic tendencies and regularities of the content of fluorine in agrolandscapes of irrigation areas of Odessa region are analyzed in the conditions of an irrigation and after its termination.

Key words: fluorine, chernozem, irrigation, chemical melioration.