

УДК 631.416.3

**ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ ФТОРУ  
В ПРИРОДНИХ ВОДАХ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я****В. Тригуб***Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова  
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65057, Україна*

Визначено географічні особливості міграції фтору в поверхневих і підземних водах Причорномор'я України. Вміст фтору в природних водах досліджуваної території зумовлений її географічним положенням і впливом Чорного моря, геоморфологічними особливостями, а також господарською діяльністю людини, зокрема, функціонуванням меліоративних об'єктів.

*Ключові слова:* географічні закономірності, природні води, забруднення фтором.

Сьогодні фтор – один з найпоширеніших забруднювачів у повітрі, ґрунті, природних водах, продуктах харчування. Він також належить до активних атмосферних і водних мігрантів. У досліджуваних нами ландшафтах акумуляція фтору пов'язана з геоморфологічним розташуванням території в південній частині Причорноморської низовини, де відбувається розвантаження підземних і стік поверхневих вод, що формуються на Українському кристалічному щиті та Подільській височині. Тому для умов півдня України також актуальна є розробка кількісної оцінки надходження фтору в ландшафти цієї території з атмосферними опадами і перерозподіл його в складі ґрунтів, ґрунтових і підземних вод.

Об'єктами досліджень були атмосферні опади, підземні і ґрунтові води (у тому числі лізиметричні), поверхневі та іригаційні води у природному стані, а також оброблені різними речовинами й способами в дослідних умовах.

Атмосферні опади, підземні, ґрунтові та поверхневі води аналізували загальноновизнаними методами за стандартними методиками. Збирали атмосферні опади за допомогою пластмасових ємностей площею 60 см<sup>2</sup>, які встановлювалися на поверхні землі. Зрошувані води оцінювали згідно з затвердженими нормативними документами.

З метою з'ясування вертикальної міграції фтору аналізували лізиметричні води.

Лізиметри – це пластмасові лотки розміром 21X24 см, у які вмонтовано пластмасові патрубки. Отвір патрубка закрито склотканиною, щоб уникнути потрапляння грудочок ґрунту. Патрубок резиновим шлангом з'єднаний з отвором у пластмасовій кришці скляної банки об'ємом 1 л (приймач). Від дна приймача через інший отвір у пластмасовій кришці до поверхні ґрунту виведено гумовий шланг, через який відбирають лізиметричну воду.

Лізиметри такої конструкції закладали на глибину 30 і 60 см по два в стінки розрізу без

порушення природного складу. Відбирали лізиметричні води за допомогою помпи Комовського.

Усі дослідження виконували потенціометричним методом із застосуванням фтор-селективного електрода марки ЭФ-IV.

*Вміст фтору в атмосферних опадах.* Досліджувана територія перебуває в зоні впливу Чорного моря, і це зумовлює формування специфічного хімічного складу атмосферних опадів. За нашими даними, вміст фтору у водах Чорного моря в районі м. Одеси в різні роки коливається в межах 0,61–0,78 мг/л, у твердих (сніг) і рідких (дощ) атмосферних опадах – у межах 0,07–0,15 мг/л, що вище від середніх показників в атмосферних опадах України (0,05 мг/л) [3].

*Фтор у підземних і ґрунтових водах.* Мінералізація, хімічний склад та, зокрема, вміст фтору в підземних і ґрунтово-підґрунтових водах досліджуваної території формується, головню, внаслідок транзиту вод з Українського кристалічного щита і Подільської височини. У табл. 1 наведено результати вивчення вмісту фтору в підземних і ґрунтово-підґрунтових водах. Аналіз вод сарматського горизонту (глибина залягання яких понад 140 м) засвідчив, що вміст фтору змінюється в межах 0,21–2,19 мг/л, а в водах свердловини, закладеної на межиріччі Куяльник–Хаджибей у районі с. Алтестове – 0,29–2,28 мг/л. Важливе значення для формування геохімії фтору ґрунтів має його вміст у водах водоносних горизонтів лесової формації півдня України. З табл. 1 видно, що в першому від поверхні водоносному горизонті, який приурочений до бузького ярусу лесу, що залягає на глибині від 3–4 до 7–10 м, вміст фтору є в межах 0,16–0,76 мг/л, а у водах другого водоносного горизонту, який залягає на глибині 11–14 м і приурочений до дніпровського горизонту лесу, – 0,22–0,31 мг/л.

Таблиця 1

## Вміст фтору в підземних і ґрунтових водах

Місце відбору	Кількість свердловин	Глибина відбору, м	Вміст фтору, мг/л
Підземні води			
Межиріччя Куяльник–Хаджибей (с. Алтестове)	3	140–145	0,29–2,28
Великий Куяльник–Середній Куяльник	5	130–140	0,61–1,24
Середній Куяльник–Кучурган	5	125–130	0,51–1,14
Середній Куяльник–Барабой	4	130–135	0,30–1,10
Хаджибейський лиман–Барабой	6	140–145	0,22–1,14
Барабой–Дністер	3	145–160	0,21–1,14
Дністер–Алкалія	4	140–150	0,65–0,99
Когильник–Нерушай	3	160	2,19
Ґрунтові води			
Межиріччя Хаджидер–Сарата	7	5–15	0,16–0,76
	3	15–31	0,80–1,67
Дракуля–оз. Китай	2	5–15	0,16–0,48
	2	15–28	0,69–1,60
Когильник–Нерушай	1	26,0	2,09
<b>ГДК</b>			1,50

У водоносному горизонті тилігульського ярусу лесу, який залягає на глибині 18–20 м, вміст фтору порівняно підвищений і є в межах 0,21–0,80 мг/л. Найвищі показники вмісту фтору у четвертому і п'ятому водоносних горизонтах, які приурочені до нижньочетвертинних і верхньопліоценових відкладів, – 0,6–2,09 мг/л.

Отже, підвищені концентрації фтору у водах лесової формації, які в деяких випадках перевищують граничнодопустимі концентрації (ГДК), є ймовірним джерелом надходження фтору в ґрунтовий профіль, зокрема, на зрошуваних масивах, оскільки внаслідок зрошення обводнюється ґрунтово-підґрунтова товща, підвищується рівень ґрунтово-підґрунтових вод, що інтенсивно активізує міграцію водорозчинних солей, передусім, водорозчинного фтору.

Незаперечним є факт надходження фтору в ґрунтово-підґрунтові води з фторовмісними мінеральними добривами, хімічними меліорантами, різними сполуками цього елемента [2].

*Фтор у природних поверхневих та іригаційних водах.* Головними джерелами для промислового виробництва, комунального і сільського господарства, зокрема, зрошення, є води рік Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Дніпра. Води цих рік використовують на 85–90% зрошувальної площі України. Решту 10–15% території зрошують водами підвищеної мінералізації – артезіанськими, водами опріснених морських лиманів – Китай, Сасик, Ялпуг і стічними водами Причорномор'я.

Якістю поверхневих і поливних вод визначені ґрунтові режими, властивості, а відповідно, і родючість зрошуваних земель. Води підвищеної мінералізації приводять до вторинного засолення, а надто низької мінералізації – до вимивання легкорозчинних солей і поживних речовин. Води з несприятливим співвідношенням одно- і двовалентних катіонів спричинюють осолонцювання, підлугування та інші деградаційні процеси.

Крім засолення, осолонцювання, підлугування, поверхневі води, які використовують для зрошення, можуть бути причиною забруднення ґрунтів важкими металами, фтором, пестицидами, детергентами та іншими шкідливими для рослин, тварин і людини речовинами. Наразі не розроблені питання номенклатури токсикантів та їхньої взаємодії з рідкою і твердою фазами ґрунту, впливу на врожай рослин і трансплантацію в харчовий ланцюг рослина–тварина–людина.

Дослідженню хімізму вод рік Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Дніпра присвячено багато наукової та довідкової літератури [1, 4, 6].

Дунайські води належать до низькомінералізованих. Вміст легкорозчинних солей у цих водах у різні роки був у межах 0,27–0,50 г/л і в середньому становить 0,42 г/л. Води Дністра і Південного Бугу також належать до категорії низькомінералізованих, слабколужних і мають сприятливе співвідношення одно- і двовалентних катіонів. За сучасними оцінками ці води повністю придатні для зрошення.

Аналіз літературних джерел щодо вмісту фтору у поверхневих водах досліджуваної території засвідчив, що такі дані одиничні. Вміст фтору у водах рік півдня України є в межах 0,09–0,31 мг/л, у водах Дніпра – 0,09–0,20, Дністра – 0,09–0,21, Південного Бугу – 0,17–0,30, Дунаю – 0,10–0,25 мг/л [3]. Результати визначення вмісту фтору в поверхневих водах досліджуваної території за останнє десятиріччя довели, що простежується тенденція до його підвищення у водах Дунаю і Дністра (табл. 2).

У водах малих річок Задністер'я вміст фтору має порівняно високі значення, зокрема, у

водах р. Когильник досягає критичного рівня. Вміст фтору у водах озер-лиманів знаходиться в межах 0,34–0,61 мг/л (див. табл. 2).

Таблиця 2

## Вміст фтору в поверхневих водах

Ріки та озера	Повторність визначень	Вміст фтору, мг/л
Дунай	7	0,20–0,59
Дністер	8	0,24–0,27
Когильник	9	0,34–1,22
Сарата	9	0,40–0,70
Сасик	11	0,34–0,60
Китай	4	0,37–0,56
Ялпуг	4	0,48–0,61

Окремо вміст фтору визначали в дунайських водах, які через систему водосховищ і каналів подаються на зрошення, а також у водах придунайських озер, які використовують для поливання сільськогосподарських культур (табл. 3).

Таблиця 3

## Вміст фтору в зрошувальних водах меліоративних систем Задністров'я

Назва зрошувальних систем і каналів	Повторність визначень	Вміст фтору, мг/л
Василівська	4	0,32–0,51
Ялпузька	1	0,48
Суворівська	4	0,25–0,31
Озернянська	1	0,36
Старонекрасівська	1	0,20
Ізмаїльська	1	0,26
Червоноярська	3	0,36–0,48
Холмська	5	0,32–0,43
Тараклійський канал	1	0,63
Канал Дунай-Ялпуг	1	0,29

Особливо важливе екологічне значення має тип формування мінералізації, хімічного складу і вмісту фтору оз. Сасик, води якого є головним джерелом зрошення Дунай-Дністерської системи.

З 1981 р. як джерела зрошення чорноземів у межах Дунай-Дністерської системи вперше використано води Сасикського водосховища, створеного на базі озера Сасик під час надходження в нього дунайської води через штучно створений канал Дунай–Сасик, що проходить через Стенцівські плавні. Мінералізація води в оз. Сасик від моменту відгородження його греблею від морських вод змінювалася від 2,4 г/л навесні до 17 г/л в осінній та зимовий періоди. Після відборів води мінералізація води в Сасикському водосховищі і в створі водозаборів для зрошення зменшилася до 1,1–1,4г/л, як і до опріснення водосховища, вона залишилася хлоридно-натрієвого складу, оскільки розбавлення її дунайською водою гідрокарбонатно-кальцієвого складу не змінило типу сасикської води. Тип води протягом періоду експлуатації залишався стійко содово-хлоридно-

натрієвим, рН у середньому становив 8,3–8,7, досягаючи значень 9,2. Як результат, через зрошення водами Сасикського водосховища чорноземи зазнали глибоких змін і деградації.

Усе це потребувало поліпшення якості води у водосховищі. З цією метою застосували спосіб кислування та гіпсування вод і гіпсування ґрунтів. Як меліорант використовували фосфогіпс, у якому вміст фтору становить від 1,5 до 5,0 %, тоді як допустима норма – 0,3 %.

Результати вивчення вмісту фтору в зрошуваних водах Дунай-Дністерської системи наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Вміст фтору в зрошувальних водах  
Дунай-Дністерської і Татарбунарської систем

Місце відбору	Вміст фтору, мг/л	Місце відбору	Вміст фтору, мг/л
Дунай-Дністерська система		Татарбунарська система	
Канал Дунай-Сасик	0,20–0,40	Канал “Дунайський”	0,31–0,35
ГНС-2	0,41–0,61	Дощувальний агрегат	0,38–0,40
ГНС-2 (після кислування)	0,43–0,44	Дренажні води	2,50–3,20
ГНС-2 (після кислування і гіпсування)	1,75–2,00		

Примітка. Повторність проб семиразова.

Із табл. 3 і 4 видно, що в оз. Сасик, куди надходять води з нижчим вмістом фтору з Дунаю, відбувається їхнє розбавлення водами річок Когильник і Сарата, що мають більший вміст цього елемента.

Вміст фтору у водах оз. Сасик збільшується внаслідок виклинювання біля берегів підземних вод понтичного горизонту у вигляді такзваних грифонів, вміст фтору в яких, за нашими визначеннями, становить 0,7–0,8 мг/л.

У процесі транспортування води по каналах безпосередньо до полів збільшується вміст фтору у поливній воді, досягаючи максимальних значень – 1,75–2,00 мг/л, що перевищують усі допустимі концентрації. Це зумовлено процесом випаровування та виробничого гіпсування води. Розрахунки засвідчили, що в разі зрошення з поливною нормою 2–4 тис. м<sup>3</sup>/га, щорічно з водою в ґрунти вноситься від 0,7 до 1,4–2,4 кг/га, а в разі меліорування її фосфогіпсом з розрахунку від 2–4 т/га до 6–12 кг/га фтору.

У межах Татарбунарської системи, де для зрошення використовують води з каналу Дунайський, у водах безпосередньо з-під дощувального агрегату вміст фтору значно не підвищується, що, очевидно, зумовлено проходженням вод із гідранта по тимчасовому зрошувальному каналі; це призводить до розчинення фтору у ґрунті і надходження його в поливні води.

У дренажних водах Татарбунарської системи вміст фтору підвищений у півтора–два рази, що, очевидно, зумовлене внесенням більшої кількості фосфорних добрив, оскільки понад 50 % фтору, що надходить із фосфатною сировиною, залишається в добривах у вигляді легкорозчинних солей [5]. Отже, виявлені геохімічні особливості фтору можуть спричинити екологічні проблеми регіону, зокрема забруднення місцевих джерел водопостачання, ґрунтів і сільськогосподарської продукції.

Вміст фтору в зрошувальних водах меліоративних систем Задністер'я є в межах 0,2–0,63 мг/л, тобто не досягає граничнодопустимих концентрацій і, очевидно, є джерелом надходження фтору в ґрунтово-підґрунтову товщу.

Недостатня енергетична забезпеченість і організаційно-фінансові труднощі призвели до того, що зрошення в межах Дунай-Дністерської та інших систем проводять вибірково, а технологічні заходи поліпшення хімічного складу сасикської води шляхом кислування та гіпсування останніми роками тимчасово призупинено. Для поліпшення агроеліоративного стану земель застосовують гіпсування шляхом поверхневого внесення фосфогіпсу в різних нормах залежно від ступеня осолонцювання зрошуваних чорноземів. З огляду на це важливого значення набуває вивчення вмісту фтору, його динаміка і міграція, профільний розподіл у чорноземах, а також у продукції рослинництва.

Отже, вміст фтору в природних водах досліджуваної території зумовлений її географічним положенням і впливом Чорного моря, геоморфологічними особливостями розташування в зоні розвантаження підземних і стоку поверхневих вод, що формуються в межах Українського кристалічного щита і Подільської височини, а також господарською діяльністю людини, зокрема функціонуванням меліоративних об'єктів.

Атмосферні опади мають дещо підвищений вміст фтору порівняно з регіонами України, які не зазнають впливу Чорного моря.

Формування мінералізації, хімічного складу і вмісту фтору у ґрунтово-підґрунтових, підземних водах зумовлено транзитним проходженням вод через досліджувану територію до Чорного моря. Підземні води мають підвищені показники вмісту фтору (0,21–2,19 мг/л), які в окремих випадках перевищують граничнодопустимі концентрації.

Води, приурочені до водоносних горизонтів лесової формації, мають нижчий вміст фтору (0,16–0,80 мг/л), вищі значення фтору зафіксовані у водоносних горизонтах, які приурочені до нижньочетвертинних і верхньопліоценових відкладів (1,6–2,09 мг/л).

У поверхневих водах, зокрема, у водах Дунаю і Дністра, останнім десятиріччям простежується тенденція до підвищення вмісту фтору на 0,20–0,59 мг/л, а у водах малих річок Задністер'я його вміст становить 0,34–0,70 мг/л. Трансформація дунайських вод, зумовлена опрісненням оз. Сасик, змінила мінералізацію, хімічний склад і тип сасикських вод, вони стали непридатними для зрошення. У результаті зрошення водами несприятливого складу чорноземи зазнали глибоких деградаційних змін, що зумовило вжиття заходів меліорування вод і ґрунтів. На вміст фтору сасикських вод впливають також води річок Кагильник і Сарата, де вміст фтору – 0,7–0,8 мг/л, а також підземні води, які виклинюють уздовж берегів озера.

Транспортування води каналами безпосередньо до полів, що супроводжується процесом випаровування і виробничого гіпсування, зумовлює збільшення вмісту фтору у поливній воді до критичних значень (1,75–2,00 мг/л).

У дунайських водах, які подають на зрошення через каскад водосховищ, а також у водах придунайських озер простежується тенденція до незначного підвищення вмісту фтору (0,2–0,63 мг/л).

Дренажні води мають значно підвищений вміст фтору, що зумовлено внесенням високих доз фосфорних добрив та інших фторовмісних сполук.

Виявлені геохімічні особливості фтору можуть спричинити гострі екологічні проблеми регіону, зокрема, забруднення місцевих джерел водопостачання, ґрунтів і сільськогосподарської продукції.

- 
1. Баєр Р.А., Зеленин І.В., Лютаєв Б.В., Подражанский В.А. Мелиоративно-гидрогеологические условия Западного Причерноморья СССР. – Кишинев: ШТИИИЦА, 1979. – 183 с.
  2. Балюк С.А., Кукоба П.И., Чаусова Л.А. О загрязнении природных вод и почв в условиях орошения на Украине // Мелиорация и водное хозяйство. – 1992. – №1. – С. 25–28.
  3. Габович Р.Д. Фтор и его гигиеническое значение. – М.: Медгиз, 1957. – 251 с.
  4. Позняк С.П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины. – Львов: ВНТЛ, 1997.–240 с.
  5. Танделов Ю.П. Фтор в системе почва-растение. – М.: МГУ, 1997. – 78 с.
  6. Тригуб В.І. Вміст фтору в природних компонентах південного заходу України. – Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. Вип. 27. – 2000. – С. 137–142.

#### **GEOGRAPHICAL FEATURES OF THE FLUORINE CONTENT IN NATURAL WATERS OF NORTHWEST BLECK SEA COAST**

**V. Trigub**

*Ilya Mechnikov National University of Odessa,  
Dvorjanska Str., 2, UA – 65 057 Odessa, Ukraine*

The geographical features of migration of a fluorine in surface and underground waters of the Black Sea Coast of Ukraine are ascertained. The content of a fluorine in natural waters of researched territory is stipulated it by a geographical position and influence of the Black sea, geomorphological features, and also economic activity of the region, especially melioration works.

*Key words:* geographical laws, natural waters, fluorine.

Стаття надійшла до редколегії 04.10.2005  
Прийнята до друку 14.10.2005