

ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК

ЛІЩУК АЛЛА МИКОЛАЇВНА

УДК: 631.95:631.45:631.82:633.11

**ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ФТОРУ ЗАЛЕЖНО ВІД
ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТА ЗАСТОСУВАННЯ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

03.00.16 – екологія

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2004

Дисертацією є рукопис
Робота виконана в Інституті агроекології та біотехнології Української академії аграрних наук

- Науковий керівник:** доктор сільськогосподарських наук
Макаренко Наталія Анатоліївна,
Інститут агроекології та біотехнології УААН,
заступник директора з наукової роботи
- Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор
Слюсар Іван Тимофійович,
Інституту землеробства УААН, завідувач лабораторії
землеробства на осушених землях
- доктор геолого-мінералогічних наук, професор
Білявський Георгій Олексійович, ім.
Інститут колоїдної хімії і хімії води
А.В.Думанського НАНУ, головний науковий співробітник
- Провідна установа:** Національний науковий центр ім.
грунтознавства та агрохімії “Інститут
О.Н.Соколовського” УААН, м. Харків ім.

Захист відбудеться “7” липня 2004 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.371.01 в Інституті агроекології та біотехнології УААН за адресою: 03143, м. Київ, вул. Метрологічна, 12

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту агроекології та біотехнології УААН за адресою: 03143, м. Київ, вул. Метрологічна, 12

Автореферат розісланий “__4__” червня 2004 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Моклячук Л.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Україна у своїй природоохоронній діяльності керується ідеями та принципами, декларованими конференцією ООН з навколишнього середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.) та Всесвітнім саммітом із збалансованого розвитку (Йоганнесбург, 2002 р.). Особливої уваги заслуговують питання зменшення навантаження на біосферу токсичних речовин. Серед інших, до таких речовин можна віднести найбільш активний елемент групи галогенів – фтор (F), який характеризується дуже високим окислювальним потенціалом, електропровідністю, енергією зв'язку з іншими елементами. За екотоксикологічною класифікацією, яка передбачає оцінку за показниками поведінки в екосистемах, фтор належить до I класу небезпечності.

Розподіл фтору в природних об'єктах, в тому числі ґрунтах, тісно пов'язаний з ендемічними захворюваннями – як його надлишок, так і нестача можуть негативно впливати на здоров'я людини. Тому велике теоретичне і практичне значення мають біогеохімічні та екотоксикологічні дослідження фтору і, в першу чергу, дослідження його поведінки у ґрунтах – процеси міграції й акумуляції. Вивченню цих питань присвячені роботи А.І.Перельмана, Р.Д.Габовича, Е.Я.Жовинського та інших.

Оскільки більшість ґрунтів України знаходиться в сільськогосподарському використанні (біля 70% всієї площі), важливого значення набувають питання особливостей поведінки фтору залежно від агротехнологій, зокрема застосування мінеральних добрив. Відомо, що з мінеральними добривами, особливо фосфорними, у ґрунт щорічно може надходити від 2 до 20 кг/га фтору (А.Х.Халітов, 1980 р., Е.І.Гапонюк 1985 р., Т.Н.Моршина 1987 р., В.Т.Пашова, 1989 р., О.В.Сдобнікова, 1991 р.). Одночасно з цим, мінеральні добрива є потужним чинником, який впливає на фізико-хімічні властивості ґрунтів і тим самим змінює активність процесів міграції й транслокації фтору. Однак, інформація щодо цих питань носить фрагментарний характер, потребує уточнення, аналізу і узагальнення.

Виходячи з сучасних вимог до охорони навколишнього природного середовища, а також керуючись пріоритетами Світового самміту щодо хімічних речовин, дослідження, направлені на вивчення поведінки фтору в агроекосистемах з подальшою екотоксикологічною оцінкою, є необхідними і актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася згідно тематичних планів Інституту агроєкології та біотехнології УААН за наступними науково-технічними програмами: “Наукові основи сталих агроекосистем” за завданням “Розробити екотоксикологічні нормативи і розрахункову оцінку потенційного і фактичного рівня інтегральної небезпеки забруднення засобами хімізації агроландшафтів України” (№ДР 0196U012976); “Агроєкологічний моніторинг і моделювання сталих ландшафтів та агроекосистем” за завданням “Обґрунтувати і розробити основні напрямки раціонального природокористування на засадах оптимізації сільськогосподарських ландшафтів, охорони ґрунтових і водних ресурсів, біологізації агротехнологій та екологічнобезпечного використання засобів хімізації” (№ДР 0101U003294).

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження полягала в проведенні екотоксикологічної оцінки фтору за результатами вивчення його біогеохімічних особливостей поведінки в агроекосистемах різних природно-кліматичних зон України, залежно від генезису ґрунтів та впливу мінеральних добрив.

Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

- встановити фоновий вміст валових і рухомих форм фтору та його розподіл за профілем різних типів ґрунтів залежно від їх генезису у різних природно-кліматичних зонах України;
- вивчити поведінку фтору в різних типах ґрунтів агроекосистеми при довготривалому застосуванні мінеральних добрив, провести порівняння з процесами, що протікають у природних екосистемах і зробити екотоксикологічну оцінку;
- встановити залежності надходження фтору у ґрунт із фосфорних добрив (фосфоритів родовищ України), зробити прогноз забруднення ґрунту при їх застосуванні, розробити регламенти вмісту фтору в фосфоритах;

• дослідити поведінку фтору в компонентах агроєкосистеми при застосуванні нового виду фосфорних добрив агрофоски з метою превентивної оцінки небезпечності забруднення ґрунту й сільськогосподарських рослин.

Об'єкт дослідження – біогеохімічна поведінка фтору в агроєкосистемах різних ґрунтово-кліматичних зон України під впливом природних та антропогенних чинників.

Предмет дослідження – рівень екотоксикологічної небезпечності фтору залежно від генезису ґрунтів та застосування мінеральних добрив.

Методи дослідження: 1) польовий метод - вивчення поведінки фтору в ґрунтах природних екосистем та при дії мінеральних добрив у ґрунтах агроєкосистем; 2) лабораторний метод - визначення фізико-хімічними, хімічними методами кількісних і якісних характеристик поведінки фтору в компонентах еко- та агроєкосистем; 3) статистичний метод - встановлення залежності між факторами і достовірності отриманих результатів на основі дисперсійного, регресійного, кореляційного методів.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше досліджено особливості розподілу фтору в різних типах ґрунтів України залежно від їх генезису, встановлено вплив довготривалого застосування мінеральних добрив на процеси акумуляції і міграції фтору в цих ґрунтах, показано вплив зрошення на дані процеси. За результатами досліджень проведено екотоксикологічну оцінку небезпечності фтору.

Вперше розроблено методичні підходи до екотоксикологічної регламентації мінеральних добрив за вмістом фтору з урахуванням фонового вмісту у ґрунті, гранично-допустимої концентрації, стійкості ґрунтів до забруднення цим елементом. Проведено розрахунки допустимого вмісту фтору в фосфоритах родовищ України.

Вперше вивчено новий вид вітчизняних фосфорних добрив агрофоску на предмет забруднення компонентів агроєкосистеми рухомими сполуками фтору при застосуванні даного виду добрива під озиму пшеницю.

Практичне значення одержаних результатів. Методичні підходи до регламентації фосфорних добрив за вмістом фтору доцільно використовувати при проведенні екологічної експертизи нових видів агрохімікатів, яка передбачена Законом України “Про пестициди і агрохімікати” (1996 р.).

Результати роботи використані при складанні методичних рекомендацій “Методика агроєкологічної оцінки мінеральних добрив”, розглянутих і затверджених на секції землеробства та виробництва продуктів рослинництва НТР Мінагрополітики України (протокол №14 від 13 жовтня 2003 р.), Вченою радою Інституту агроєкології та біотехнології УААН (протокол №8 від 01 жовтня 2003 р.).

Особистий внесок здобувача полягає у визначенні мети та задач досліджень, плануванні та проведенні лабораторних та польових досліджень, відборі зразків ґрунту, рослин та води, в аналізі наукової літератури з питань, що стосуються предмета досліджень, в узагальненні, аналізі та статистико-математичній обробці результатів, отриманих під час досліджень. Основні наукові положення та висновки сформульовані та обґрунтовані особисто автором.

Апробація роботи. Основні результати досліджень було представлено на міжнародній конференції “Рациональное природопользование: системный анализ в экологии” (Севастополь, 1996); всеукраїнській науково-практичній конференції “Соціально-економічні проблеми природокористування та екології” (Миколаїв, 2001); всеукраїнській науково-практичній конференції “Стан земельних ресурсів України: проблеми, шляхи вирішення” (Харків, 2001); науково-практичних конференціях молодих вчених: “Засади сталого розвитку аграрної галузі” (Київ, 2002), “Проблеми сучасного землекористування” (Київ-Чабани, 2002), “Стабілізація землекористування та сучасні агротехнології” (Київ-Чабани, 2003); III-ій міжвузівській науково-практичній конференції аспірантів “Сучасна аграрна наука: напрями досліджень, стан і перспективи” (Вінниця, 2003); IV-ій міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів, молодих вчених “Екологія. Людина. Суспільство” (Київ, 2003); міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми степового землеробства і рослинництва та їх

вирішення в реформованих сільськогосподарських підприємствах” (Миколаїв, 2003); міжнародній науково-практичній конференції “Наука і освіта ‘2004” (Дніпропетровськ, 2004).

Публікації. Результати досліджень за темою дисертаційної роботи представлено в 14 наукових публікаціях, з яких 4 – статті у фахових виданнях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 214 сторінках комп’ютерного набору, складається зі вступу, п’яти розділів, три з яких є експериментальною частиною роботи, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних 281 літературних джерел, в тому числі 30 іноземних авторів, 2 додатків. Ілюстрована 36 таблицями, 30 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд літератури. На основі аналізу літературних джерел з’ясовано, що фтор токсичний і в той же час життєво-необхідний елемент. Встановлено, що вміст рухомих сполук фтору в ґрунтах залежить від його концентрації в ґрунтоутвірній породі, гранулометричного складу, кислотності ґрунту, вмісту колоїдів, силікатів і вільних оксидів алюмінію і заліза, які поглинають фтор з утворенням нерозчинних або мало розчинних фторалюмосилікатів, фторалюмінатів, фторферратів. Рухомість фтору зростає з переходом від окисних умов до відновних і від кислих до лужних. Застосування високих доз мінеральних добрив, до складу яких входить фтор, може супроводжуватися зростанням вмісту рухомих форм фтору в ґрунті й, відповідно, підвищенням його рівня в рослинах та ґрунтових водах.

Умови та методи проведення досліджень. Дослідження проводилися у відділі екоотоксикології Інституту агроєкології та біотехнології УААН.

Особливості поведінки фтору в агроєкосистемах вивчалися протягом 2001- 2004 рр. у трьох природно-кліматичних зонах України – Полісся, Лісостепу та Степу в умовах природних (перелоги) та агроєкосистем (польові стаціонарні досліді) на ґрунтах, які представлено у табл.1. Роботи виконувались у межах програми з агроєкологічного моніторингу науково-методичного центру “Агроєкологія”, головною організацією якого є Інститут агроєкології та біотехнології УААН. Зразки ґрунтів відбирали пошарово через кожні 20 см до глибини 100 см. Вивчали також вміст фтору в природних водах, які відбирали паралельно із зразками ґрунту в місцях розташування стаціонарних дослідів. Для екоотоксикологічної оцінки поряд із фтором проводили визначення у ґрунтах важких металів (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co).

Протягом 1996-2003 рр. досліджувалися фосфорити родовищ України: Ново-Амвросієвського – фосфоритовий концентрат (25,0% P_2O_5), глауконітовий продукт (16,0% P_2O_5), Південно-Осіківського – фосфоритовий концентрат (28,0% P_2O_5), Осіківського – фосфоритовий концентрат (19,0% P_2O_5), Ратнівського – фосфоритовий концентрат (19,0 і 28,0% P_2O_5), Здолбунівського – фосфорит (12,6% P_2O_5) родовищ та Маневицько-Клеванської фосфоритоносною площі – фосфоритовий концентрат (25,0% P_2O_5). В лабораторних умовах проводили вивчення екоотоксикологічних властивостей фосфоритів, дослідження динаміки переходу фтору з фосфоритів у розчин при різних кислотно-основних умовах середовища (рН=4; 7; 9).

Протягом 2000-2002 рр. досліджували поведінку фтору в системі “ґрунт-добриво-рослина” при застосуванні нового виду фосфорного добрива вітчизняного виробництва агрофоски при вирощуванні озимої пшениці в умовах Поліської ґрунтово-кліматичної зони на дерново-середньопідзолистому ґрунті (дослідне поле Чернігівського інституту АПВ УААН). Схема польового досліді передбачала вивчення рекомендованої дози – 60 кг/га за вмістом P_2O_5 і, для врахування можливості нагромадження полютантів у ґрунті, дози 180 кг/га за вмістом P_2O_5 . Зразки рослинного матеріалу відбирали тричі за вегетаційний період згідно з фенологічними фазами розвитку озимої пшениці. Одночасно відбирали ґрунтові зразки пошарово через 20 см до глибини 100 см.

У лабораторних умовах визначення вмісту фтору в ґрунті, рослинах, фосфоритах проводили потенціометричним методом з попередньою екстракцією зразків. Для вилучення *рухомих* (водорозчинних (ВФФ)) форм фтору з ґрунту використовували дистильовану воду, *потенційно-рухомих* (лугорозчинних (ЛФФ)) та кислоторозчинних (КФФ)) – екстрагенти 0,1N NaOH

та 0,01N HCL, валової (ВФ) – метод сплавлення проби ґрунту з концентрованим NaOH. Фтор з рослин вилучали за допомогою екстрагента 1,0 N HClO₄. Для вирівнювання іонної сили розчину використовували буфер TISAB (pH=5,0-5,5).

Таблиця 1

Дослідження у межах агроекологічного моніторингу

| № п/п | Ґрунт | Умови проведення досліджень | Наукова установа |
|-----------------------|---|---|--|
| Зона Полісся | | | |
| 1. | дерново-середньопідзолистий супіщаний ¹⁾ | Стаціонарний дослід (ведеться з 1982 р). Варіанти: 1) контроль; 2) N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀ . Переліг | Інститут сільського господарства Полісся |
| 2. | дерново-середньопідзолистий супіщаний ²⁾ | Стаціонарний дослід (ведеться з 1972 р). Варіанти: 1) контроль; 2) N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ . | Чернігівський Інститут АПВ |
| Зона Лісостепу | | | |
| 3. | темно-сірий опідзолений | Стаціонарний дослід. Варіанти: 1) контроль; 2) N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ . Переліг | Рівненська ДСГДС |
| 4. | чорнозем опідзолений слабозмитий середньосуглинковий | Стаціонарний дослід. Варіанти: 1) контроль; 2) N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀ . Переліг | Хмельницька ДСГДС |
| 5. | чорнозем типовий глибокий середньогумусний | Стаціонарний дослід. Варіанти: 1) контроль; 2) N ₈₈ P ₅₆ K ₁₀₀ . Переліг | Полтавська ДСГДС |
| Зона Степу | | | |
| 6. | чорнозем звичайний малогумусний середньосуглинковий | Стаціонарний дослід (ведеться з 1975 р). Варіанти: 1) контроль; 2) N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀ . Переліг | Запорізька ДСГДС |
| 7. | чорнозем звичайний неглибокий середньогумусний легкосуглинковий | Стаціонарний дослід (ведеться з 1981 р). Варіанти: 1) контроль; 2) N ₂₇₀ P ₃₀₀ K ₂₄₀ . Переліг | Донецький Інститут АПВ |
| 8. | чорнозем звичайний малогумусний неглибокий легкоглинистий | Переліг (засновано в 1892 р. В.В. Докучаєвим) | Заповідне урочище “Юницьке” Луганської обл. |
| 9. | темно-каштановий слабкосолонцюватий | Стаціонарний дослід. Варіанти: I. Культура-пшениця: 1) контроль; 2) N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀ ; II. Культура-кукурудза, без зрошення: 1) контроль; 2) N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀ ; 3) N ₁₅₀ P ₉₀ K ₆₀ ; III. Культура-кукурудза, зі зрошенням: 1) контроль; 2) N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀ ; 3) N ₁₅₀ P ₉₀ K ₆₀ | Херсонський Інститут землеробства південного регіону |
| 10. | темно-каштановий залишково-солонцюватий | Переліг | Біосферний заповідник “Асканія-Нова” |

Примітка: ґрунт дерново-середньопідзолистий супіщаний¹⁾ – поліська правобережна провінція, ґрунт дерново-середньопідзолистий супіщаний²⁾ – поліська лівобережна низинна провінція

Для визначення важких металів у ґрунті використовували метод хроматографії в тонкому шарі сорбенту, який базується на екстрагуванні важких металів з кислотної витяжки дифенілтіокарбазоном (дитизоном) і утворенні з іонами важких металів у інтервалі рН=7,5-8,0 відповідних комплексних солей металів та ідентифікації їх шляхом хроматографування в тонкому шарі сорбенту з подальшою кількісною та якісною оцінкою зон локалізації дитизонатів металів. Для вилучення важких металів з ґрунту використовували екстрагент 1,0N HCL.

Достовірність результатів аналітичних досліджень встановлювали на основі математичних статистичних методів, які підтверджені даними математичної статистики вибіркової сукупності за допомогою дисперсійного, регресійного, кореляційного аналізів. Було використано програми Agrostat, Microsoft Excel, набір програм ІСГМ.

Для фізико-хімічної характеристики ґрунтів, які досліджувалися у різних природно-кліматичних зонах України, використовували дані, представлені у звітах Інституту сільського господарства Полісся, Чернігівського, Донецького, Луганського Інститутів агропромислового виробництва, Інституту землеробства південного регіону, Біосферного заповідника “Асканія-Нова”, Запорізької, Хмельницької, Полтавської, Рівненської ДСГДС, які входять до складу науково-методичного центру “Агроекологія”.

Фоновий вміст фтору в ґрунтах різних природно-кліматичних зон України. Аналіз результатів досліджень показав, що фоновий вміст *валового фтору* в різних типах ґрунтів варіює в дуже широкому діапазоні - від 49,5 до 297,5 мг/кг. Найвищі його концентрації характерні для ґрунтів зони Лісостепу (167,7 - 297,5 мг/кг), кислі дерново-підзолисті ґрунти зони Полісся відзначаються невисоким вмістом F⁻ – на рівні 83,7 мг/кг. Ґрунти чорноземного типу характеризуються широким діапазоном концентрацій валового фтору (від 49,5 до 172,5 мг/кг), що пов'язано з їх генезисом.

При дослідженні фонового вмісту *рухомих форм фтору* (водорозчинного, лугорозчинного та кислоторозчинного) у типових ґрунтах України встановлено, що для ґрунтів зони Полісся характерним є перевага процесів накопичення фтору в кислоторозчинній формі, вміст якого досягає 4,64 мг/кг, тоді як у ґрунтах зони Лісостепу і Степу переважаючим є накопичення лугорозчинної (від 1,68 до 12,09 мг/кг) та водорозчинної (від 0,53 до 6,97 мг/кг) форм елемента (рис.1).

Результати проведених досліджень показали, що між вмістом рухомих форм фтору в ґрунтах і показниками їх фізико-хімічного стану спостерігаються певні тенденції кореляційного зв'язку, а саме: реакція ґрунтового розчину впливає на кількість лугорозчинної ($r=0,596$) і кислоторозчинної ($r=-0,539$) форм фтору - із збільшенням рівня рН кількість кислоторозчинного фтору в ґрунтах знижується; збільшення в ґрунтах кількості магнію, алюмінію та заліза може призводити до зменшення кислоторозчинного фтору – відмічена зворотна залежність між вмістом цієї форми фтору і кількістю магнію ($r=-0,632$), кількістю алюмінію ($r=-0,576$) і кількістю заліза ($r=-0,740$); із збільшенням кількості гумусу вміст кислоторозчинної форми фтору зменшується, а лугорозчинної – зростає.

Рис. 1. Вміст рухомих форм фтору в ґрунтах різних природно-кліматичних зон України (шар ґрунту 0-20 см): *a* – валова, *б* – лугорозчинна, *в* – кислоторозчинна форми фтору; ґрунти: 1 - дерново-середньопідзолистий, 2 - темно-сірий опідзолений, 3 - чорнозем опідзолений слабозмитий, 4 - чорнозем типовий глибокий середньогумусний, 5 - чорнозем звичайний малогумусний неглибокий, 6 - чорнозем звичайний малогумусний, 7 - темно-каштановий залишково-солонцюватий, 8 - темно-каштановий солонцюватий

Особливості розподілу фтору за профілем ґрунтів. Результати дослідження процесів акумуляції і вертикальної міграції рухомих і потенційно-рухомих форм фтору (ВФФ, ЛФФ, КФФ) показали, що для більшості ґрунтів поліської та лісостепової зон переважаючим процесом було накопичення рухомих сполук F^- у верхніх шарах (гумусовий і гумусово-елювіальний горизонти). Для ґрунтів степової зони з нейтральною та лужною реакцією ґрунтового розчину була виявлена зворотна тенденція – збільшення рухомих сполук фтору в нижніх горизонтах (рис.2). Так, для дерново-підзолистих ґрунтів зони Полісся характерним був надзвичайно високий вміст кислоторозчинного фтору в орному (4,64 мг/кг) і підорному (3,49 мг/кг) шарах з поступовим зменшенням його вмісту до глибини 80-100 см (рис.2а). У чорноземі звичайному малогумусному вміст лугорозчинної форми елемента зменшувався вниз за профілем ґрунту від 12,09 мг/кг (у шарі 0-20 см) до 6,95 мг/кг (у шарі 80-100 см), а водорозчинної – від 6,97 до 5,46 мг/кг відповідно (рис.2б). У темно-каштановому залишково-солонцюватому ґрунті, навпаки, вміст лугорозчинної форми фтору зростав із 2,81 у шарі 0-20 см до 11,9 мг/кг у шарі 0-100 см (рис.2в).

Вплив мінеральних добрив на процеси нагромадження і вертикальної міграції фтору в ґрунтах України. Довготривале (більше 10 років) застосування мінеральних добрив на ґрунтах північних регіонів зони Полісся з кислою реакцією ґрунтового розчину і невисоким вмістом у ґрунтовому комплексі кальцію, призвело до зменшення кількості валового фтору в орному шарі ґрунтів, порівняно з контролем, на 40-70% (табл. 2). Таке явище може бути пов'язане із збільшенням рухомості фтору під впливом мінеральних добрив, в першу чергу калійних, і, як

Рис. 2. Розподіл рухомих форм фтору за профілем ґрунту:

a – дерново-середньопідзолистого;

б – чорнозему звичайного малогумусного;

в – темно-каштанового

залишково-солонцюватого

наслідок, активізацією двох процесів: вертикальної міграції фтору вниз за профілем ґрунту та транслокації у сільськогосподарські рослини з подальшим відчуженням елемента з продукцією за межі поля.

На чорноземах глибоких півдня Лісостепу і звичайних зони Степу з реакцією середовища близькою до нейтральної, високим насиченням ґрунтового вбирного комплексу кальцієм і магнієм, які здатні утворювати з фтором малорозчинні сполуки, внесення мінеральних добрив, навпаки, сприяло процесам акумуляції валового фтору в орному шарі ґрунту, його кількість збільшилася на 7-160%, порівняно з контролем.

Дослідження впливу мінеральних добрив на вміст в орному шарі рухомих сполук фтору показало, що під їх впливом відбувалося підвищення вмісту *водорозчинного фтору* в ґрунтах зони Полісся на 10-38% та зони Степу на 18-96%; *лугорозчинного фтору* у дерново-середньопідзолистих ґрунтах зони Полісся на 35%, у ґрунтах Лісостепу – чорноземах опідзоленому слабозмитому і звичайному малогумусному – на 11-16 %, а в темно-сірому опідзоленому ґрунті – на 220 %.

Застосування різних доз НРК сприяло підвищенню вмісту *кислоторозчинної форми фтору* в ґрунтах опідзоленого типу зони Полісся і Лісостепу на 46-142%, одночасно ґрунти зон Лісостепу й Степу відрізнялися дуже низьким вмістом цієї форми фтору. Так, у чорноземах звичайних і темно-каштанових ґрунтах зони Степу його вміст складав лише 0,19-0,56 мг/кг.

Екотоксикологічна оцінка, проведена за результатами визначення в орному шарі ґрунтів вмісту потенційно-рухомих сполук фтору і важких металів – Cd, Zn, Cu, Ni, Co показала, що сільськогосподарська діяльність призвела до певного

Таблиця 2

Вміст фтору в різних типах ґрунтів України при застосуванні мінеральних добрив (шар ґрунту 0-20 см), мг/кг

| Варіант | Валова форма | Водорозчинна форма | Лугорозчинна форма | Кислоторозчинна форма |
|--|--------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Зона Полісся | | | | |
| Дерново-середньопідзолистий ґрунт ¹⁾ | | | | |
| Контроль | 157,7±5,08 | 2,39±0,04 | 0,87±0,03 | 2,68±0,13 |
| N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀ | 46,5±4,45 | 2,64±0,06 | 0,69±0,04 | 4,85±0,19 |
| Дерново-середньопідзолистий ґрунт ²⁾ | | | | |
| Контроль | 65,5±5,72 | 2,71±0,04 | 1,79±0,06 | 4,91±0,25 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ | 30,0±4,45 | 2,72±0,06 | 2,41±0,13 | 5,07±0,29 |
| Зона Лісостепу | | | | |
| Темно-сірий опідзолений ґрунт | | | | |
| Контроль | 215,0±10,17 | 1,56±0,06 | 0,68±0,03 | 1,82±0,06 |
| N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ | 121,7±12,07 | 1,51±0,06 | 2,18±0,12 | 4,42±0,23 |
| Чорнозем опідзолений слабозмитий | | | | |
| Контроль | 460,7±5,72 | 2,74±0,19 | 3,23±0,13 | 0,50±0,12 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀ | 200,7±13,35 | 1,41±0,06 | 3,60±0,12 | 0,73±0,06 |
| Чорнозем глибокий середньогумусний | | | | |
| Контроль | 53,5±6,99 | 1,78±0,06 | 2,74±0,19 | 0,59±0,25 |
| N ₈₈ P ₅₆ K ₁₀₀ | 109,0±12,07 | 1,28±0,06 | 4,03±0,19 | 1,11±0,19 |
| Зона Степу | | | | |
| Чорнозем звичайний малогумусний | | | | |
| Контроль | 51,5±3,13 | 2,20±0,19 | 7,58±0,13 | 0,49±0,11 |
| N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀ | 55,0±4,19 | 2,60±0,32 | 8,81±0,25 | 0,56±0,13 |
| Чорнозем звичайний середньогумусний | | | | |
| Контроль | 104,0±8,90 | 3,67±0,19 | 6,50±0,83 | 0,19±0,12 |
| N ₂₇₀ P ₃₀₀ K ₂₄₀ | 266,5±7,63 | 3,61±0,25 | 10,44±0,64 | 0,23±0,19 |
| Темно-каштановий солонцюватий ґрунт | | | | |
| Контроль | 150,5±3,81 | 3,28±0,03 | 6,29±0,32 | 0,34±0,13 |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀ | 104,5±8,26 | 6,44±0,51 | 8,93±0,46 | 0,44±0,19 |

забруднення ґрунтів. Коефіцієнт сумарного забруднення (Z_n), порівняно з природним фоном, складав 2,2-24,5 одиниць і зростав з переходом від ґрунтів зони Полісся (2,4 одиниці) до ґрунтів зони Степу (9,0-24,2 одиниць).

Процеси, які відбувалися під впливом мінеральних добрив у верхніх горизонтах ґрунтів значною мірою обумовлювали вертикальну міграцію рухомих форм фтору. Відбулася активізація

міграції водорозчинної, лугорозчинної і кислоторозчинної форм фтору за межі орного шару ґрунтів. В ґрунтах опідзоленого типу зони Полісся та Лісостепу спостерігалась інтенсивна міграція кислоторозчинного фтору, для ґрунтів зони Степу характерною була міграція водорозчинного і, особливо, лугорозчинного фтору.

Вплив зрошення на процеси нагромадження та міграції фтору при застосуванні мінеральних добрив. Процеси нагромадження і міграції рухомих форм фтору при зрошенні було досліджено на темно-каштановому солонцюватому ґрунті в стаціонарному досліді Інституту землеробства південного регіону УААН. Було встановлено, що під впливом зрошення відбувалось вилугування рухомих форм фтору поливними водами з верхніх шарів темно-каштанового ґрунту і нагромадження їх переважно в нижніх горизонтах. Застосування мінеральних добрив ($N_{90}P_{60}K_{30}$) призвело до значного нагромадження рухомих і потенційно-рухомих форм фтору за генетичними горизонтами ґрунту, а також активізувало процеси вертикальної міграції елементу (рис.3).

Оцінка екотоксикологічного стану темно-каштанового ґрунту при міграції фтору під впливом зрошення і мінеральних добрив за використанням коефіцієнту концентрації (K_c) показала, що застосування мінеральних добрив в умовах зрошення призвело до підвищення активності міграції фтору у водорозчинній і лугорозчинній формі до небезпечного рівня ($K_c=0,6-3,2$), а в кислоторозчинній – до особливо небезпечного рівня ($K_c=11,0-24,0$) (рис.4).

Рис. 3. Міграція рухомих форм фтору при зрошенні та застосуванні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{60}K_{30}$:
a - водорозчинна форма;
b – лугорозчинна форма;
в – кислоторозчинна форма

Екотоксикологічна характеристика фосфорних добрив вітчизняного виробництва за вмістом фтору. *Екотоксикологічна оцінка фосфоритів родовищ України за вмістом фтору.* При використанні фосфоритів як добрив можливе надходження фтору в агроєкосистеми з подальшим включенням його в біогеохімічний кругообіг.

Рис. 4. Коефіцієнти концентрацій (K_c) рухомих форм фтору в темно-каштановому ґрунті при застосуванні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{60}K_{30}$:
1 – ЛФФ без зрошення;
2 – ЛФФ при зрошенні;
3 – ВФФ без зрошення;
4 – ВФФ при зрошенні;
5 – КФФ без зрошення;
6 – КФФ при зрошенні.

На активність переходу фтору з фосфоритів у ґрунтовий розчин значною мірою впливають ґрунтові кислотно-основні умови. З метою прогнозу цього процесу в агроєкосистемах було проведено лабораторний дослід з вивчення особливостей і динаміки переходу фтору з фосфоритів у

грунтовий розчин. В результаті досліджень було встановлено, що найбільша кількість F^- вилучалася з фосфоритів при лужній реакції середовища – до 379 мг/л, в той час як при нейтральній – до 43 мг/л, при кислій реакції середовища – до 33 мг/л фтору (табл.3).

Таблиця 3

Перехід фтору з фосфоритових концентратів у розчин при різній реакції середовища (час екстракції 14 діб), мг/л

| Родовище | Вміст P_2O_5 , % | Реакція розчину | | |
|---------------------------------|--------------------|-----------------|------------|--------------|
| | | $pH=4,0$ | $pH=6,0$ | $pH=9,0$ |
| Ново-Амвросієвське | 25,0 | 32,50±3,18 | 42,65±1,91 | 379,00±12,71 |
| Південно-Осиківське | 28,0 | 24,00±1,27 | 21,29±3,81 | 195,50±6,36 |
| Ратнівське | 28,0 | 24,20±2,54 | 40,00±6,36 | 90,00±2,54 |
| Маневичсько-Клеванська площа | 25,0 | 13,25±1,91 | 17,50±6,36 | 92,35±1,91 |
| Здолбунівське | 12,6 | 6,35±0,64 | 5,40±2,54 | 49,35±5,72 |

Враховуючи це, необхідно наголосити на тому, що контроль за переходом фтору з фосфоритів у ґрунтовий розчин при застосуванні їх як добрив необхідно проводити, в першу чергу, на ґрунтах з лужною реакцією ґрунтового розчину.

Отримані результати показали, що найбільш активним джерелом надходження в ґрунт фтору можуть виступати фосфоритові концентрати Ново-Амвросієвського і Південно-Осиківського родовищ, поклади яких розташовані у південно-східному регіоні країни і можуть забезпечувати фосфорними добривами саме райони розповсюдження ґрунтів з нейтральною і лужною реакцією середовища.

З метою прогнозу екологічного ризику застосування було проведено розрахунки допустимого вмісту фтору (g_2) у фосфоритах родовищ України. Розрахунки базувалися на даних щодо вмісту діючої речовини у фосфориті (g_1), фонового вмісту фтору в ґрунті (F), гранично-допустимої концентрації (ГДК), стійкості ґрунтів до забруднення фтором (k_t) і часу досягнення небезпечної концентрації фтору в ґрунті (T_k):

$$G_2 = (ГДК-F) 30000 k_t g_1 / T_k d$$

Отримані результати дозволили розробити наступні регламенти за вмістом фтору: при використанні фосфоритів як добрив у дозі (d) 90 кг/га (за вмістом P_2O_5) у фосфоритах Здолбунівського родовища (12,6 % P_2O_5) допустима концентрація фтор-іону не повинна бути вищою 1,3%, у фосфоритах Осиківського і Ратнівського (19,0% P_2O_5) – 2,1%, Ново-Амвросієвського (16,0 % P_2O_5) – 1,7 %, Південно-Осиківського і Ратнівського (28,0% P_2O_5) – 3,0%, а для Ново-Амвросієвського (25,0% P_2O_5) родовища та Маневичсько-Клеванської площі (25% P_2O_5) рівень F^- не повинен перевищувати 2,7%.

Вплив нового виду фосфорного добрива агрофоски на поведінку фтору в системі “добриво-ґрунт-рослина”. Дослідження нового виду фосфорного добрива агрофоски (АФК) проводилися на дерново-середньопідзолистих ґрунтах при вирощуванні озимої пшениці в умовах польового дослідження.

Застосування агрофоски у дозах P_{60} і P_{180} призвело до збільшення вмісту валового фтору в орному шарі ґрунту з 65,5 до 84,0-87,0 мг/кг, і, особливо, в підорному шарі – з 4,5 до 34,0-149,0 мг/кг. Поряд із збільшення валового вмісту застосування агрофоски сприяло підвищенню кислоторозчинного фтору – з 4,31 до 6,54 мг/кг, або на 13-68%, порівняно з контролем.

Застосування агрофоски P_{180} в запас на 3 роки призвело до нагромадження кислоторозчинного фтору в орному шарі ґрунту в перший рік внесення (від 5,59 у фазу куцїння до 11,68 мг/кг у фазу повної стиглості пшениці). В наступні роки встановлено поступове зменшення вмісту F^- в ґрунті до рівня 4,48-2,97 мг/кг.

Застосування агрофоски P_{180} в значній мірі сприяло вилуговуванню та міграції фтору з гумусового та гумусово-елювіального горизонту (рис.5). Так, вміст кислоторозчинного фтору зменшувався з 8,75 мг/кг (шар 0-20 см) до 2,20 мг/кг (шар 60-80 см).

Отримані дані свідчать про можливість впливу фосфорного добрива агрофоски на міграцію рухомих форм фтору за межі кореневмісних шарів ґрунту з подальшим надходження його у ґрунтові води.

Екотоксикологічна оцінка за показником перевищення фонового вмісту фтору в орному шарі ґрунту показала, що застосування АФК у дозі P_{60} відповідає IV класу небезпечності (перевищення <2), у дозі P_{180} - III класу небезпечності (перевищення > 2).

Рис. 5. Вплив агрофоски на міграцію кислоторозчинного фтору в дерново-середньопідзолистому ґрунті:
1 – контроль,
2 – агрофоска P_{180}

Екотоксикологічна оцінка за показниками активності радіальної міграції (K_c) показала, що застосування АФК як у дозі P_{60} , так і у дозі P_{180} відповідає III класу небезпечності (K_c перевищує 1,1 одиниці).

Особливості нагромадження фтору рослинами пшениці при застосуванні агрофоски. За даними трирічних досліджень було встановлено особливості перерозподілу фтору у вегетативних та генеративних органах озимої пшениці. Найбільша кількість фтору при застосуванні АФК P_{60} концентрувалася в кореневій системі пшениці - 0,47 мг/кг. У надземних вегетативних органах - стеблах та листі пшениці містилося 0,29 мг/кг фтору, в зерні - 0,17 мг/кг (у контрольному варіанті вміст F⁻ становив відповідно 0,31, 0,28, 0,13 мг/кг) (рис. 6).

Рис.6. Вміст фтору в рослинах озимої пшениці при застосуванні агрофоски

Застосування $N_{60}K_{90}$ активізувало процес нагромадження фтору у кореневій системі рослин, хоча не мало аналогічного впливу на надземні вегетативні та генеративні органи пшениці озимої. Коефіцієнти транслокації (K_T) коливалися в межах 0,02-0,10 одиниць.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і новий підхід до екотоксикологічної оцінки фтору залежно від генезису ґрунтів та застосування мінеральних добрив. За результатами проведених досліджень було зроблено наступні висновки:

1. Фоновий вміст валового фтору у різних типах ґрунтів України залежить від особливостей генезису і коливається в широких межах – від 49,5 до 297,5 мг/кг. Найбільшим вмістом фтору характеризуються ґрунти зони Лісостепу – 166,7-297,5 мг/кг, менше його в ґрунтах зони Полісся – 83,7 мг/кг та зони Степу – 49,5-89,5 мг/кг.

2. Вміст рухомих і потенційно-рухомих форм фтору є функцією фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Спостерігається залежність між рухомістю фтору і кислотно-основними властивостями ґрунтів ($r=\pm 0,6$); вмістом мулистої фракції ($r=0,7$); кількістю магнію, алюмінію, заліза ($r=0,6-0,7$). Для підзолистих ґрунтів зони Полісся характерним є високий вміст кислоторозчинної форми фтору (4,6 мг/кг), при переході до зони Лісостепу і Степу спостерігається

збільшення водорозчинного фтору (до 7,0 мг/кг) і, особливо, лугорозчинного фтору (з 1,7 до 12,1 мг/кг).

3. Генетичні особливості формування ґрунтів обумовлюють розподіл рухомих форм фтору за їх профілем. Для більшості ґрунтів зони Полісся і Лісостепу характерним є зменшення водорозчинної, кислоторозчинної та лугорозчинної форм фтору від гумусово-елювіальних горизонтів до материнської породи (в 1,1-6,6 раз); для ґрунтів зони Степу відмічена зворотна залежність – з переходом до материнської породи вміст рухомого фтору збільшується у 1,6-7,6 раз.

4. Тривале застосування мінеральних добрив (NPK) на ґрунтах підзолистого типу з кислою реакцією середовища призводить до зменшення вмісту валового фтору в орному шарі на 44-70%. При застосуванні мінеральних добрив на ґрунтах з нейтральною та лужною реакцією середовища спостерігається його нагромадження в орному шарі ґрунту (чорноземах звичайних ґрунтах його кількість збільшилась на 103-156%).

5. Під впливом тривалого застосування мінеральних добрив на ґрунтах підзолистого типу відбувається підвищення вмісту кислоторозчинного фтору (на 0,17-2,17 мг/кг, або на 3-143%) з подальшою активізацією його вертикальної міграції. Коефіцієнт концентрації коливається в межах 0,2-2,8, але в ряді випадків піднімається до особливо небезпечного рівня – 27-35 одиниць.

6. Застосування мінеральних добрив в умовах зрошення на темно-каштанових ґрунтах призводить до активізації процесів міграції фтору та до його вилуговування з гумусових горизонтів в нижні шари ґрунту, що може бути причиною надходження фтору у ґрунтові води. Встановлено, що вниз за профілем ґрунту вміст водорозчинної форми фтору підвищується на 99-312%, лугорозчинної – на 20-94%, кислоторозчинної – на 127-230%.

7. Екотоксикологічна оцінка фосфоритів українських родовищ показала, що найбільша кількість F^- вилучалася при лужній реакції середовища – до 379 мг/л, при нейтральній – до 43 мг/л, при кислій – до 33 мг/л. Найбільш активним джерелом фтору можуть виступати фосфоритові концентрати Ново-Амвросієвського і Південно-Осиківського родовищ.

8. Прогноз екологічного ризику застосування фосфоритів в якості добрив (доза 90 кг/га за вмістом P_2O_5) показав, що допустима концентрація фтору не повинна перевищувати: у фосфоритах Здолбунівського родовища - 1,3 %, Ново-Амвросієвського - 1,7-2,7%, Осиківського – 2,1%, Південно-Осиківського - 3,0%, Ратнівського – 2,1-3,0%, Маневичсько-Клеванської площі - 2,7%.

9. Екотоксикологічна оцінка нового виду фосфорних добрив агрофоски за вмістом фтору свідчить, що при його застосуванні на дерново-середньопідзолистих ґрунтах значно зростає вміст валового (на 28-32%) і кислоторозчинного (на 13-68%) фтору. Застосування агрофоски в запас на 3 роки в перший рік внесення призводить до збільшення вмісту кислоторозчинного фтору в орному шарі дерново-підзолистого ґрунту з 5,6 до 11,7 мг/кг та до активізації міграції F^- -іону з гумусово-елювіального горизонту. За показниками міграції агрофоску можна віднести до III класу небезпечності, за перевищенням фону - до III-IV класу небезпечності.

10. Встановлено, що при застосуванні фосфорних добрив на фоні азотно-калійного живлення основна кількість фтору акумулюється в кореневій системі рослин, яка відіграє захисні функції організму відносно фтору. При застосуванні агрофоски у кореневій системі пшениці було знайдено 0,47 мг/кг фтору, у надземних вегетативних органах – 0,29 мг/кг, у надземних генеративних (зерні) – 0,17 мг/кг.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

При впровадженні у сільськогосподарське виробництво нових видів фосфорних добрив необхідно проводити їх екологічну експертизу за вмістом фтору. Регламентацію вмісту фтору у фосфорних добривах доцільно здійснювати з урахуванням дози внесення добрива, ґрунтово-кліматичних особливостей зони застосування, фонового вмісту фтору у ґрунті, гранично-допустимої концентрації, стійкості ґрунтів до забруднення фтором і часу досягнення небезпечної концентрації фтору в ґрунті. У цій роботі необхідно керуватися методичними рекомендаціями “Методика агроекологічної оцінки мінеральних добрив” (Затверджені секцією землеробства та виробництва продуктів рослинництва НТР Мінагрополітики України (протокол

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Макаренко Н.А., Ліщук А.М., Буожис А.О., Кавецька Т.В. Екотоксикологічна оцінка якості фосфоритів України // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до V з'їзду УТГА. – Ч.2. – Харків, 1998. – С. 167-168.
2. Кавецький В.М., Макаренко Н.А., Ліщук А.М. Екотоксикологічна оцінка небезпечності застосування добрив в агроекосистемі // Проблеми агропромислового комплексу Карпат: Збірник наукових праць. – 1998. – Вип. № 7. – С.42-48.
3. Кавецький В.М., Гець Т.С., Макаренко Н.А., Ліщук А.М. Екотоксикологічна оцінка фосфоритів за вмістом фтору при їх використанні на дерново-середньопідзолистих ґрунтах. - Вісник аграрної науки Причорномор'я. - Вип. 3, т.2. – 2001. - С.59-66.
4. Ліщук А.М. Вертикальна міграція фтору у різних типах ґрунтів України при застосуванні мінеральних добрив // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Спец. випуск 3 (23). – Ч1. – “Проблеми степового землеробства і рослинництва та їх вирішення в реформованих сільськогосподарських підприємствах”. – Миколаїв, 2003. – С. 107-112.
5. Ліщук А.М. Екотоксикологічна оцінка ґрунтів України за вмістом фтору при застосуванні мінеральних добрив // Науковий вісник НАУ. – Вип.64. – Київ, 2003. – С.233-237.
6. Kavetsky V.N., Makarenko N.A., Lischuk A.N. Integration classification pollutants to of degree danger // Тез. міжнародної конф. “Рациональное природопользование: системный анализ в экологии” – Севастополь, 1996. – С. 78.
7. Ліщук А.М. Про необхідність контролю фтору в агроекосистемах // Матеріали всеукраїнської конф. молодих вчених “Засади сталого розвитку аграрної галузі”. – Київ, 2002. – С.55-56.
8. Ліщук А.М. Вміст фтору в ґрунтах України // Матеріали науково-практичної конф. молодих вчених “Проблеми сучасного землекористування”. – Київ-Чабани, 2002. – С. 9-10.
9. Ліщук А.М. Вміст фтору у ґрунті і рослинах при застосуванні нового виду добрива агрофоски // Зб. матеріалів III міжвузівської науково-практичної конференції аспірантів “Сучасна аграрна наука: напрями досліджень, стан і перспективи”. – Вінниця, 2003. – С. 60-63.
10. Ліщук А.М. Агроекологічний моніторинг за вмістом фтору у темно-каштановому ґрунті Херсонської області при зрошенні та застосуванні мінеральних добрив // Збірка тез доповідей IV міжнародної науково-практичної конф. студентів, аспірантів, молодих вчених “Екологія. Людина. Суспільство”. – Київ, 2003. – С. 156-157.
11. Ліщук А.М. Вміст фтору в різних типах ґрунтів при застосуванні мінеральних добрив // Матеріали науково-практичної конф. молодих вчених “Стабілізація землекористування та сучасні агротехнології”. – Київ-Чабани, 2003. – С. 35-36.
12. Ліщук А.М. Особливості розподілу фтору в різних типах ґрунтів України // Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта ‘2004”. Том 68. – Дніпропетровськ, 2004. – С.56-58.
13. Методичні вказівки по визначенню Hg, Zn, Ni, Co, Cd, Cu в ґрунті, рослинах, воді методом тонкошарової хроматографії / Сборник “Методические указания по определению пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде”. – К., 2001. №29. – С.18-23 (В.М.Кавецький, Н.А.Макаренко, А.М.Ліщук, С.В.Кавецький, Г.О.Буожис).
14. Патики В.П., Макаренко Н.А., Жилкін В.А., Ліщук А.М., Бондарь В.І. та ін. Методика агроекологічної оцінки мінеральних добрив: Методичні рекомендації / За ред. академіка УААН В.П.Патики. – К.: В-во “Логос”. – 21 с.

Анотація

Ліщук А.М. Екотоксикологічна оцінка небезпечності фтору залежно від ґрунтово-кліматичних умов та застосування мінеральних добрив. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. – Інститут агроекології та біотехнології УААН, Київ, 2004.

У дисертаційній роботі викладено результати досліджень екотоксикологічної оцінки небезпечності фтору (F) при застосуванні мінеральних добрив у ґрунтах, типових для різних природно-кліматичних зон України. В роботі вивчено поведінку фтору в різних за ступенем рухомості формах – валовій, водорозчинній, лугорозчинній, кислоторозчинній. Досліджено процеси накопичення F⁻ в верхніх шарах різних типів ґрунтів та перерозподілу його за генетичними горизонтами. Вивчено особливості розподілу фонового вмісту різних за ступенем рухомості форм фтору в типових ґрунтах України залежно від їх генезису. Досліджено поведінку фтору в різних типах ґрунтів агроєкосистем при довготривалому застосуванні мінеральних добрив, проведено порівняльну характеристику з процесами, що протікають у природних екосистемах і зроблено екотоксикологічну оцінку. Досліджено вплив зрошення на процеси нагромадження та міграції фтору вниз за профілем ґрунту при застосуванні мінеральних добрив. Проведено оцінку екотоксикологічного стану різних типів ґрунтів України за вмістом фтору і важких металів на предмет сумарного забруднення ґрунтів поллютантами та за активністю їх міграції. Встановлено залежність надходження фтору в ґрунт із фосфорних добрив (фосфоритів родовищ України), зроблено прогноз забруднення ґрунту при їх застосуванні, розроблено регламенти вмісту фтору в фосфоритах. Досліджено поведінку фтору в компонентах агроєкосистеми при застосуванні нового виду фосфорних добрив агрофоски з метою превентивної оцінки небезпечності забруднення ґрунту й сільськогосподарських рослин.

Ключові слова: фтор, рухомість фтору, токсичність, агроєкосистема, міграція, накопичення, важкі метали, мінеральні добрива, фосфорити, агрофоска, транслокація.

Анотація

Лищук А.Н. Эко­ток­си­ко­ло­гическая оценка опасности фтора в зависимости от почвенно-климатических условий и применения минеральных удобрений. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 – экология. – Институт агроэкологии и биотехнологии УААН, Киев, 2004.

В диссертационной работе изложено результаты исследований экотоксикологической оценки опасности фтора (F) при применении минеральных удобрений в почвах, типичных для разных природно-климатических зон Украины. Изучено поведение фтора в разных по степени подвижности формах – валовой, водорастворимой, щелочерастворимой, кислоторастворимой. Исследовано содержание фтора в пахотном слое разных типов почв, закономерности процесса его накопления, вертикальной миграции и перераспределения по генетическим горизонтам. Изучено особенности распределения фонового содержания разных подвижных форм фтора в типичных почвах Украины. Проведена экотоксикологическая оценка состояния целинных почв Украины за критериями суммарного загрязнения их экотоксикантами – фтором и тяжелыми металлами (F, Zn, Co, Cu, Ni, Cd). Исследовано влияние применения минеральных удобрений на процессы накопления и вертикальной миграции подвижных форм фтора вниз по профилю почвы. Исследовано влияние орошения на процессы накопления и миграции фтора вниз по профилю почвы при применении минеральных удобрений. Проведено оценку экотоксикологического состояния разных типов почв Украины по содержанию фтора и тяжелых металлов при применении минеральных удобрений и орошения. Рассчитаны показатели суммарного загрязнения почв поллютантами, коэффициенты активности их вертикальной миграции. Изучено коррелятивную зависимость подвижных и потенциально-подвижных форм фтора от агрохимических, механических и физико-химических свойств почв, таких как pH, содержание гумуса, содержание ил­истой фракции (размер частичек <0,001 мм), наличие кальция, магния, алюминия, железа и

натрия. Определено содержание фтор-иона в почвенных водах, установлено зависимость содержания элемента в воде от концентрации его подвижных форм в почве. Исследовано динамику перехода фтора из фосфоритов залежей Украины в искусственный почвенный раствор при разных окислительно-восстановительных условиях среды (рН=4,0; 7,0; 9,0), изучено активность перехода подвижных форм фтора для прогноза их поведения при применении в сельскохозяйственном производстве. Изучено поведение подвижных и потенциально-подвижных форм фтора в системе "почва-удобрение-растение" при применении нового вида удобрения агрофоски на дерново-среднеподзолистых почвах. Изучено закономерности накопления и перераспределения фтора в растениях в связи с его содержанием в почве и при применении минеральных удобрений.

Ключевые слова: фтор, подвижность фтора, токсичность, агроэкосистема, миграция, накопление, минеральные удобрения, фосфориты, агрофоска, транслокация.

Summary

Lischyk A.N. The ecotoxicology assessment of danger fluorine in dependence in soil-climatic requirements at application of mineral fertilizers. - Manuscript.

The dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences on a speciality 03.00.16 – ecology. – Agricoecology and Biotechnology Institute of UAAS, Kyiv, 2004.

The thesis is conducted outcomes of researches ecotoxicological estimation of hazard of a fluorine (F) at applying mineral fertilizers in soils, representative of miscellaneous natural-climatic zones of Ukraine. The behavior of a fluorine in miscellaneous on an axis the forms - gross, water-soluble, alkali dissoluble, acid dissoluble is studied. The contents F- of a fluorine in an arable layer of miscellaneous types of soils, regularity of process of its upbuilding, vertical migration and reallocating on genetic horizons is investigated. Are studied features of distribution of the background contents of the miscellaneous mobile forms of fluorine in representative soils of Ukraine depending on their genesis. The behavior of a fluorine in miscellaneous types of soils agricoecosystem is investigated at long-lived applying of mineral fertilizers, is conducted the comparative characteristic with processes, which one flow past in natural ecosystems and the estimation is conducted ecotoxicological. Influencing a spraying on processes of upbuilding and migration of fluorine downwards on a structure of soil is investigated at applying mineral fertilizers. Is conducted an estimation ecotoxicological of a condition of miscellaneous types of soils of Ukraine under the contents of a fluorine and heavy metals for general impurity of soils toxic substance and behind activity of their migration. The relation of receipt of a fluorine in soil from phosphoric fertilizers (phosphorites of fields of Ukraine) is determined, the forecast of a land pollution is conducted at their applying, is designed the rules of the contents of a fluorine in phosphorites. The behavior of fluorine in components agricoecosystem is investigated at applying a new kind of phosphoric fertilizers agrophoska with the purpose of a preventive estimation of hazard of a land pollution and agricultural plants.

Keywords: fluorine, movability of fluorine, toxicity, agricoecology system, migration, upbuilding, mineral fertilizers, phosphorites, agrophoska, translocation.