

**Міністерство освіти і науки України
Рівненський державний гуманітарний університет
Психолого-природничий факультет**

Сидорчук Павло Володимирович

УДК 615.849:550.378

**ВПЛИВ ВНЕСЕННЯ КАЛІЙНИХ ДОБРИВ НА РАДІОАКТИВНІСТЬ
ГРУНТІВ (⁴⁰К)**

Спеціальність 101 - екологія, спеціалізація «радіоекологія»

Автореферат наукової роботи на здобуття кваліфікації магістра
студента 6 курсу ППФ, групи МР-61

Рівне – 2018

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Після Чорнобильської катастрофи, незважаючи на прийняті міри, в Рівненській області рівні радіоактивного забруднення ґрунту, рослинності та продукції сільськогосподарського виробництва істотно не змінилися і становище залишається доволі складним. Оскільки калій в системі ґрунт-рослина є антагоністом цезію, то застосування калійних добрив (^{40}K) в значних дозах було виправдано тим, що це призводило до зменшення вмісту ^{137}Cs в рослинах, і відповідно, його переходу в організм тварини і людини. Але, як з'ясувалося, безконтрольне, часто надмірне і незбалансоване з іншими добривами внесення калійних добрив у радіаційно забруднених регіонах в перші роки після аварії на ЧАЕС призвело до подальшого підвищення радіоактивного фону ґрунтів. Тому питання щодо вивчення впливу внесення калійних добрив ^{40}K на радіоактивність ґрунтів є **актуальним**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерську роботу виконували у межах тематики НДР кафедри екології, географії та туризму РДГУ . Результати дослідження можуть бути використані для інформування населення північних районів Рівненської області про стан радіоактивного забруднення ґрунтів ^{40}K та в навчальному процесі.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи: Дослідити вплив внесення калійних добрив на радіоактивність ґрунтів спричинену радіонуклідом ^{40}K . Для досягнення поставленої мети вирішували такі **завдання:**

- проаналізувати наукову та науково-популярну літературу згідно теми магістерської роботи;
- розкрити фізико-географічні особливості та дати характеристику ґрунтам Рівненської області;
- ознайомитися з методиками визначення вмісту ^{40}K у ґрунті;
- проаналізувати дані по загальному вмісту радіонуклідів у ґрунтах досліджуваних районів;
- проаналізувати дані по вмісту ^{40}K у ґрунтах досліджуваних районів;
- з'ясувати вплив внесення калійних добрив на перехід радіонуклідів з ґрунтів у рослини
- порівняти співвідношення активності ^{137}Cs та ^{40}K у рослинах вересу звичайного, чорниці та брусниці, що зростають на удобреній калійними добривами ділянці та контрольних рослин (без удобрення);
- зробити висновки та сформулювати пропозиції щодо зменшення рівня накопичення радіонуклідів в ґрунтах.

Об'єкт дослідження: радіологічний стан ґрунтів Рівненської області.

Предмет дослідження: вплив внесення калійних добрив на загальний рівень радіоактивності ґрунтів спричинений ^{40}K .

Методи дослідження: Теоретичні, статистичні, аналітичні, лабораторні.

Наукова новизна одержаних результатів. Нами було виявлено, що для сірого лісового ґрунту, в разі мінерального удобрення фітоценозу калієм відбуваються суттєві зміни у кількісному співвідношенні окремих за доступністю для рослин форм Калію, особливо його резерву.

У своїй роботі ми підтвердили ідею А. М. Кузіна і А. І. Ільїна про необхідність іонізуючих випромінювань для живих організмів. Так, при внесенні великої кількості калійних добрив рослини будуть вибірково поглинати з ґрунту ^{40}K .

Практичне значення одержаних результатів: Робота має інформативно прикладне значення. Результати дослідження можуть бути використані для інформування населення північних районів Рівненської області про стан радіоактивного забруднення ґрунтів ^{40}K та в навчальному процесі.

Особистий внесок здобувача. Магістерська робота є самостійно виконаним науковим дослідженням, упродовж якого здобувачем обґрунтовано наукову концепцію, визначено мету і завдання, опрацьовано вітчизняну і зарубіжну наукову літературу, проведено польові та лабораторні дослідження, систематизовано та узагальнено експериментальний матеріал, сформульовано науково обґрунтовані висновки та рекомендації.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

У «Висновках» сформульовані основні результати досліджень, список літературних джерел складає 38 найменувань, основна частина роботи викладена на 76 сторінках, вона містить 14 рисунків і 8 таблиць, окремі ілюстративні матеріали винесено в додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Загальне поняття про ґрунт, поглинальна здатність ґрунтів

Перше наукове визначення ґрунту дав В.В. Докучаєв у праці “Лекції з ґрунтознавства” (1901): “ґрунтом треба називати “денні” або зовнішні горизонти гірських порід (усе рівно яких), природно змінених сумісною дією води, повітря і різного роду організмів, живих і мертвих”.

У вітчизняній ґрунтово-генетичній школі існують у наш час три визначення ґрунту: функціональне (В.В. Докучаєва), атрибутивне (В.Р. Вільямса) та комплексні варіанти Д.Г. Віленського, В.М. Фрідланда, Г.В. Добровольського тощо. У світі, особливо в Європі, більшість дослідників приймають визначення російських шкіл.

Ґрунт – це складна поліфункціональна, полідисперсна, гетерогенна, відкрита чотирифазна структурна система в поверхневій частині кори вивітрювання гірських порід, що володіє родючістю і є комплексною функцією гірської породи, організмів, клімату, рельєфу та часу.

На наш погляд, саме це визначення є найбільш узагальненим та сучасним. Термін “відкрита система” використаний у термодинамічному розумінні й показує, що ґрунт знаходиться в стані постійного обміну речовиною й енергією з навколишнім середовищем. Чому ж ґрунт є “структурною системою”? Тому що він володіє певною будовою – ієрархічною організацією, в якій можна розрізнити декілька структурних рівнів. Під організмами ми розуміємо всю біоту та продукти її функціонування органічного походження, і зокрема людину, яка на сьогодні є потужною геологічною силою.

Ґрунт, поряд з рослинами (фітоценоз), тваринними організмами (зооценоз), мікроорганізмами (мікробоценоз), а також ґрунтовими водами та атмосферним повітрям (кліматом), є компонентом екосистеми.

Ґрунт розміщується між літосферою, атмосферою й гідросферою, він формує особливу геосферу – педосферу – або ґрунтовий покрив Землі, а також є компонентом біосфери – області поширення життя на Землі. Ґрунт є особливим біокосним тілом природи, тобто таким, що складається як із живої частини (організмів), так і з неживої (породи, мінерали, іони тощо).

Різновиди поглинальної здатності ґрунту.

Велике значення для вивчення вбирної здатності ґрунту мали дослідження обмінного поглинання ґрунтів, пов'язаного із живленням рослин, проведені в лабораторії Д. М. Прянишникова.

Вивчення вбирної здатності ґрунту К.К. Гедройц тісно пов'язував із розробкою теоретичних і практичних питань застосування добрив, живлення рослин, хімічної меліорації ґрунтів.

Залежно від виду поглинання він запропонував розрізнити її п'ять видів (табл. 1.)

Таблиця 1.

Різновиди поглинальної здатності ґрунту.

Вид	Характеристика
Механічна	властивість ґрунту затримувати зважені у воді тверді частинки, які надходять до нього разом із скаламученою водою
Фізична	здатність ґрунту концентрувати біля енергонасиченої поверхні своїх тонко дисперсних частинок молекули розчинених або газоподібних речовин.
Фізико-хімічна	властивість ґрунту обмінювати певну частину катіонів твердої фази на еквівалентну кількість катіонів ґрунтового розчину.
Хімічна	властивість ґрунту утворювати у ґрунтовому розчині (унаслідок суто хімічних реакцій) важкорозчинні сполуки, які випадають в осад і долучаються до твердих фаз ґрунту.

Біологічна	властивість ґрунту, що зумовлена вибіркоким фізіобіохімічним вбиранням рослинами та мікроорганізмами необхідних для їхньої життєдіяльності елементів живлення з ґрунтового розчину.
-------------------	---

Таким чином, підсумовуючи дані літературних джерел, можна сказати, що поняття ґрунту та його поглинальної здатності досліджено достатньо, визначну роль в цих дослідженнях відіграли роботи таких дослідників, як В.В. Докучаєв, В.Р. Вільямс, К.К. Гедройц та ін. Разом з тим, на фоні “цезієвого” забруднення с.-г. угідь області становить також практичний інтерес внесок в загальну радіаційну забрудненість ґрунтів і природних радіонуклідів, зокрема ⁴⁰K.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методи відбору проб ґрунту для радіаційного контролю

Вміст радіонуклідів у ґрунті є головним джерелом, що обумовлює забруднення ними сільгосппродукції, визначає зовнішні та внутрішні дозові навантаження на людину (у північно-західних Поліських районах понад 90% загальної додаткової ефективної дози опромінення населення формується за рахунок споживання с/г продукції з вмістом радіоцезію вище нормативів).

Методи відбору проб ґрунту для радіаційного контролю навколишнього середовища (моніторингу) визначають відбір проб ґрунту природної і порушеної структури і відповідають діючим нормативним документам. Регламентація методів відбору проб ґрунту спрямована на підвищення якості проведення радіоекологічних обстежень і отримання адекватних даних по радіоактивному забрудненню цих територій. Це необхідно для якісної оцінки і паспортизації радіаційно забруднених територій.

Загальні вимоги для відбору проб ґрунту

Відбирання проб ґрунту має забезпечувати репрезентативність проб. Відібрані проби мають найбільш повно і достовірно характеризувати радіоактивне забруднення території радіонуклідами.

Відбирання проб виконують спеціалісти, які мають необхідну фахову підготовку в області радіаційного контролю. Вони повинні використовувати атестований та повірений дозиметр-радіометр гамма-бета випромінювань з пошуковими функціями, систему глобального позиціювання для визначення координат міст відбору проб ґрунту (точність 1-5 м), а також пробовідбірник ґрунту, який відповідає наступним вимогам:

- ✓ він повинен мати робочу площу відбору проби ґрунту не менше 0,001 м² і забезпечувати можливість відбору ґрунту на глибину 0,2 м;
- ✓ його конструкція повинна гарантувати повноту відбору проби ґрунту і виключати попадання ґрунту в його робочу частину з суміжної площі, яка не враховується під час пробо відбору.

Інші вимоги до відбирання проб ґрунту, – за ДСТУ Б В.2.1-8 та ДСТУ 4287. Безпека під час відбирання проб ґрунту, транспортування, зберігання – згідно з НРБУ, ДСП 6.074.120 та ДСТУ ISO 10381-3.

Загальні вимоги до вибору пробних майданчиків

Розташування пробних майданчиків має відповідати наступним вимогам:

- ✓ вибране місце має бути максимально горизонтальним, рівним, з однорідним рослинним покривом без наявних порушень цілісності поверхні;
- ✓ найближчі будівлі та дерева мають бути розташовані на відстані не ближче двох їх висот від пробного майданчика;
- ✓ пробний майданчик має бути розташований не ближче 20 м від доріг і місць акумулювання або змиву радіоактивного забруднення на поверхні ґрунту.

Відстань між місцями відбору точкових проб ґрунту на пробному майданчику або між пробними майданчиками має бути не менше 1 м. Для центру пробного майданчика визначають географічні координати, які заносять в паспорт проби і журнал обстеження.

Гамма-зйомка обстежуваної ділянки

Перед відбором проб на обстежуваній ділянці виконують вимірювання потужності дози гамма-випромінювання в повітрі (потужності експозиційної, поглинутої або еквівалентної дози). Гамма-зйомка проводиться по регулярній мережі галсами на висоті 1 м від поверхні ґрунту. Точки вимірювання розташовують на маршрутних лініях на відстанях не більше 100 м одна від одної. Результати вимірювань заносять в журнал обстежень.

За отриманими результатами обраховують середнє значення потужності гамма-дози і максимальні відхилення від цього значення. У випадку, коли максимальні відхилення не відрізняються від середнього значення більш ніж на 30 %, ділянку вважають однорідно забрудненою.

У випадку, коли максимальні відхилення відрізняються від середнього значення потужності гамма-дози більш ніж на 30 %, ділянка вважається забрудненою неоднорідно.

У разі неоднорідного забруднення території в місцях локальних неоднорідностей проводять додаткову гамма-зйомку з метою виявлення їх меж і виділення рівномірно забруднених елементарних ділянок.

Відбирання точкових проб ґрунту

Точкові проби відбирають пробовідбірником. Місця відбору точкових проб ґрунту розташовують на пробному майданчику приблизно рівномірно. Точкові проби не допускається відбирати в пониженнях мікрорельєфу, на задернованих пробних майданчиках – в місцях з порушеною дерниною. У визначеному місці зрізують рослинність і робочу частину пробовідбірника вдавлюють у ґрунт на глибину 0,2 м. Відібрану пробу зсипають (видавлюють) у марковану упаковку. На ущільнених ґрунтах допускається відбирання проби на дану глибину в кілька етапів.

Для формування об'єднаної проби ґрунту рекомендується використати 5 точкових проб, які відбирають методом конверта. Маса об'єднаної проби

грунту повинна бути не менше 1 кг. Об'єднану пробу формують безпосередньо під час відбору точкових проб.

Під час відбору точкових проб та формування об'єднаної проби повинна бути виключена можливість повторного забруднення проби. Гомогенізувати пробу ґрунту в польових умовах і відбирати її частину для наступного виміру активності не допускається.

Відбирання проб ґрунту в сільських населених пунктах та на природних ландшафтах

Під час проведення радіаційного контролю в сільському населеному пункті всю його територію приймають за обстежувану ділянку. На природному ландшафті за межами населеного пункту за обстежувану ділянку приймають певну його частину площею до 5 га.

У разі однорідного забруднення населеного пункту на його території у місцях, де значення потужності дози гамма-випромінювання є найближчим до середнього, вибирається 5 пробних майданчиків. Пробні майданчики розташовують так, щоб один з них був ближче до центру обстежуваної ділянки, а інші чотири до його периферії.

У разі однорідного забруднення обстежуваної ділянки на природному ландшафті на ній вибирають один пробний майданчик. У разі неоднорідного забруднення обстежувана ділянка поділяється на рівномірно забруднені підділянки і пробні майданчики вибирають на кожній з них.

У випадку, якщо радіоактивне забруднення будь-якого пробного майданчика на обстежуваній ділянці, за результатами лабораторних досліджень, відрізняється більш ніж на 50% від середнього значення для цієї обстежуваної ділянки, то на ньому додатково вибирають 5 пробних майданчиків і проводять відбір проб ґрунту.

Відбирання проб ґрунту на сільськогосподарських угіддях

Відбирання проб ґрунту на орних сільськогосподарських угіддях рекомендується проводити до початку весняно-польових робіт та безпосередньо перед збиранням врожаю. На неорних сільськогосподарських угіддях (луки, пасовища, сінокоси) пробовідбір проводять впродовж вегетаційного періоду.

Під час проведення радіаційного контролю за обстежувану ділянку приймають все угіддя, якщо його площа не перевищує 5 га. Більші угіддя ділять на частини площею до 5 га, і для кожної частини проводять обстеження.

Для визначення місць відбору проб на обстежуваній ділянці проводять гамма-зйомку.

У разі однорідного забрудненні обстежуваної ділянки на сільськогосподарських угіддях вибирають один пробний майданчик.

У разі неоднорідного забруднення обстежуваних ділянок пробні майданчики вибираються згідно вимог на кожній виділеній рівномірно забрудненій ділянці.

Відбирання проб при локальному аварійному радіоактивному забрудненні території

Локальне радіоактивне забруднення ґрунту настає в результаті локальних радіаційних аварій (НРБУ). Границі радіоактивного забруднення території у разі локальних радіаційних аварій визначають Державні регулюючі органи.

Для визначення місць відбирання проб для радіаційного контролю на обстежуваній ділянці проводять гамма-зйомку або вимірювання щільності потоку бета-частинок залежно від типу радіоактивного випромінювання.

Тип радіоактивного випромінювання визначають попередньо з інформації про джерело забруднення. У разі відсутності такої інформації проводять як гамма-, так і бета-зйомку.

Під час проведення радіаційного контролю за обстежувану ділянку приймають угіддя в цілому, якщо його площа не перевищує 1 га. Більші за площею угіддя ділять на частини площею до 1 га, і для кожної частини проводять обстеження.

Пробні майданчики на ділянках, які забруднені радіонуклідами нерівномірно по площі, розташовують вздовж ліній нерівномірної координатної сітки. Відстань між лініями сітки встановлюють з урахуванням віддаленості від джерела забруднення і ймовірного напрямку розповсюдження забруднення (переважаючий напрям вітру, нахил рельєфу) та результатів гамма- (бета-) зйомки. У разі однорідного забруднення обстежуваної ділянки на природному ландшафті на ній вибирають один пробний майданчик. У разі неоднорідного забруднення обстежуваних ділянок пробні майданчики вибирають згідно вимог на кожній виділеній рівномірно забрудненій ділянці. Відбирання точкових проб на пробних майданчиках здійснюють аналогічно.

Маркування, транспортування, зберігання і утилізація проб ґрунту

Кожна проба ґрунту має бути чітко ідентифікована. Безпосередньо на упаковку водостійким маркером або на етикетку до проби наносять шифр проби, дату і час відбору. Для кожної проби ґрунту складають протокол відбору.

Проби доставляють в лабораторію якнайшвидше після їх відбирання. Дозволено транспортування усіма видами транспорту у разі дотримання вимог ДСП 6.074.120.

Зберігають відібрані проби ґрунту до виміру в них активності радіонуклідів у темному місці за температури 2-6 °С з вільним доступом повітря. Дослідження необхідно проводити якнайшвидше після відбирання проб. Через 2 доби після проведення вимірювань проби ґрунту підлягають списанню та утилізації відповідно до ДСП 6.074.120 та згідно з нормативними документами установи, яка проводила вимірювання.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТІВ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Територія області становить 2005,1 тис. га (рис.1.), з них: сільськогосподарські угіддя – 930 тис. га (46,4 %), ліси та лісовкриті площі – 803,9 тис. га (40,1 %), під водою 43,3 тис. га (2,2 %), відкриті заболочені землі – 104,9 тис. га (5,2 %), забудовані землі – 58,0 тис. га (2,9 %), інші землі – 32,6 тис. га (1,6 %).

Для сільськогосподарських угідь Рівненської області характерна велика строкатість ґрунтового покриву. Це пояснюється її географічним розміщенням на території трьох природних зон – Лісостепу, Полісся та Малого Полісся.

**Структура земельного фонду
Рівненської області**

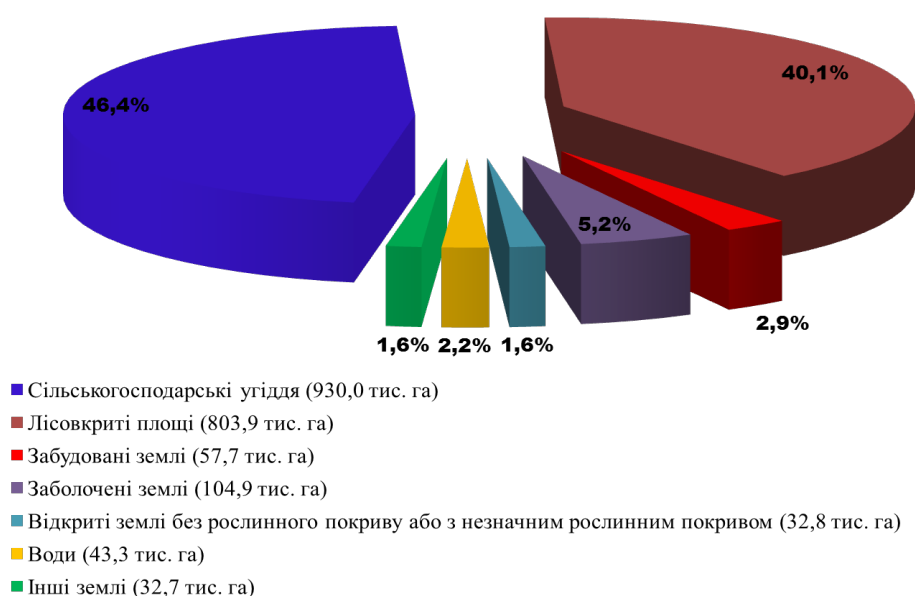


Рис.1. Структура земельного фонду Рівненської області

В північній частині області найбільшого поширення набули ґрунти дерново-підзолистого типу ґрунтоутворення різного ступеня оглеєності, які мають низьку природну родючість.

Ґрунти південної частини області представлені в основному сірими лісовими опідзоленими та чорноземами малогумусними зі слідами опідзолення.

Територія, що лежить між Рівненсько-Волинською та Кам'янець-Подільською височинами, яка охоплює Радивилівський район, південна частина Здолбунівського, Дубенського, Острозького районів представлена ґрунтами на продуктах вивітрювання карбонатних порід.

Слід також відмітити, що в зоні Лісостепу рельєф значно виражений, що обумовило розвиток ерозійних процесів і формування еродованих ґрунтів. Еродовані ґрунти, в результаті їхнього використання, серед орних земель мають гірші фізико-хімічні показники від ґрунтів, що залягають на

вирівняних площах.

Інтегральним показником, який визначає стан природної родючості ґрунту є рівень гумусу у ґрунті. Ґрунти з низьким (менше 2 %) вмістом гумусу поширені в усіх ґрунтово-кліматичних зонах і займають 49,3 % території області. Найменше таких ґрунтів у лісостеповій зоні (біля 45,0 %), найбільше – у зоні Полісся (58,2 %).

У районах зони Полісся – Дубровицький, Костопільський, Володимирецький, низький вміст гумусу характерний для 59,5; 63,8; 67,6 % обстежених площ, де середньозважений показник вмісту гумусу складає відповідно 2,11; 2,02; 2,00 %. Ґрунти із середнім (2,1–3,0 %) вмістом гумусу займають 29,2 % з коливанням по районах від 21,9 до 40,8 %.

У районах зони Лісостепу низький вміст гумусу зафіксовано у Рівненському (53,0 %), Дубенському (51,9 %), Здолбунівському (50,5 %), Корецькому (48,5 %) районах, де середньозважений показник коливається в межах 2,05–2,23 %. Ґрунти з середнім вмістом гумусу займають 45 % площ.

Результати досліджень з агрохімічної паспортизації земель свідчать, що площі ґрунтів вище середньої (більше 3 %) забезпеченості становлять у зоні Лісостепу та Полісся лише 10 та 12,6 %.

Однією з важливих характеристик, яка обумовлює родючість є *реакція ґрунтового розчину*. За силою своєї дії на ріст і розвиток рослин, реакція ґрунтового розчину в більшості випадків виступає, як головний фактор, що лімітує врожай.

Середньозважений показник кислотності pH_{kcl} коливається від 4,87 до 5,19 од. у поліських районах, а лісостепових – 5,98–7,03 од.

За результатами агрохімічної паспортизації (2008–2012 рр.) (рис.2.) в зоні Полісся зосереджено 72,9 % кислих з реакцією ґрунтового розчину ($pH < 5,5$) орних земель. Збільшення склало 15,7 % до періоду 1996–2000 рр. У цій зоні площі кислих ґрунтів на 19,1 % складаються із слабкокислих, 27,3 % – середньокислих і 26,6 % – сильнокислих.

Найбільші площі кислих ґрунтів у поліській зоні зосереджені у Володимирецькому, Рокитнівському районах – 82,6 %, 79,6 %, а найменші – Костопільському – 51,9%.

Серед районів Лісостепу найбільше кислих ґрунтів спостерігається в Корецькому, Гощанському, Здолбунівському – 32,3; 29,5; 25,2 %, найменше – Радивлівському, Млинівському – 7,2; 11,8 % відповідно.

У сучасних умовах *балансом гумусу та основних біогенних елементів* підтверджується процес зниження родючості ґрунтів в агроекосистемах області.

Останні три роки внесення органічних і мінеральних добрив та вапнування кислих ґрунтів спостерігається в обсягах: органічні – 0,7 т/га; мінеральні – 127 кг/га поживних речовин; вапнування – 10 тис. га, що є недостатнім для забезпечення позитивного балансу гумусу та поживних речовин.

Слід відзначити, що зміна кислотності ґрунтового покриву синхронізується з площами вапнування ґрунтів: у періоди зниження площ вапнування ґрунтів спостережено їхнє суттєве підкислення.

Внаслідок аварії на ЧАЕС радіоактивного забруднення зазнала територія Березнівського, Володимирецького, Дубровицького, Зарічненського, Рокитнівського та Сарненського районів.

За узагальненими результатами радіологічних досліджень встановлено, що найбільш забрудненими як за щільністю, так і за площею виявилися сільськогосподарські угіддя Дуровицького та Рокитнівського районів. На фоні зниження рівня родючості ґрунтів північних районів та суттєвого їхнього підкислення має місце надходження радіонуклідів у рослинницьку та тваринницьку продукцію.

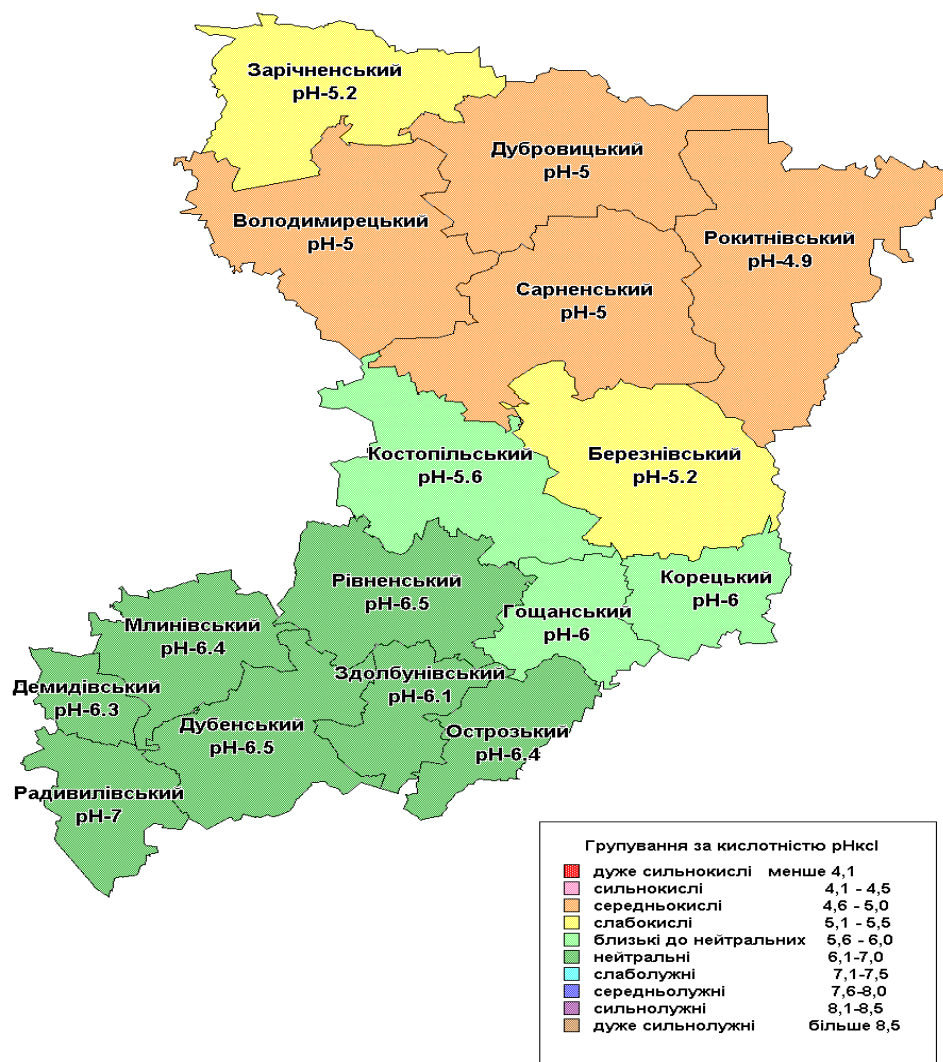


Рис. 2. Картограма кислотності ґрунтів орних земель області за даними агрохімічної паспортизації 2008–2012 років

На підставі матеріалів агрохімічної паспортизації проведено якісну

оцінку (бонітування) еколого-агрохімічного стану сільськогосподарських земель області в балах за їх агрохімічними властивостями відносно еталонних величин та з урахуванням поправок еколого-агрохімічна оцінка ґрунтів Поліської зони становить 32 бали, а Лісостепової – 44 бали (рис.3.).

За якісною оцінкою обстежені ґрунти в розрізі районів поліської зони мають еколого-агрохімічний бал від 30 до 34, а лісостепової – 38-49. Найвищий бал спостережено в поліській зоні у Костопільському районі і становить 34, найнижчий – Дубровицькому та Рокитнівському – 30 балів.

Найвищий бал у лісостеповій зоні спостерігається у Гошанському, Млинівському районах – 49, 48, найнижчий – Радивилівському, Рівненському – 38, 40 балів.

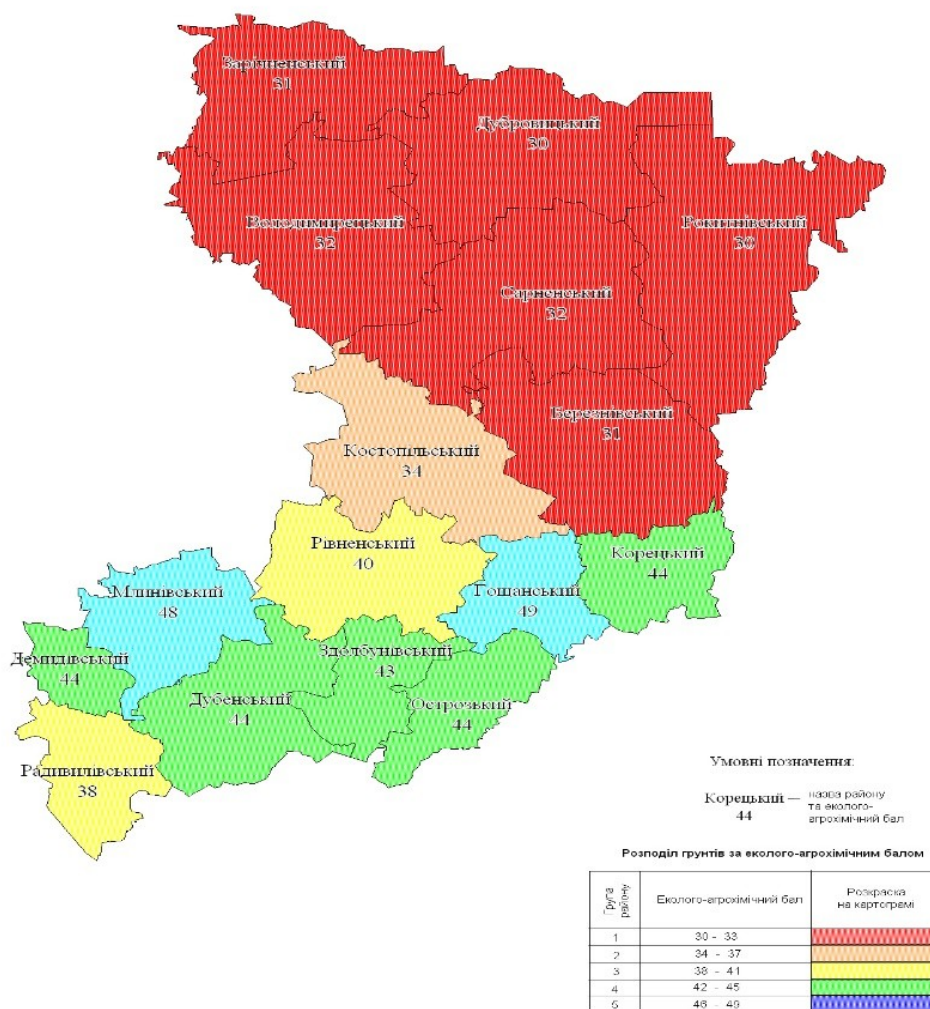


Рис.3. Картосхема еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів орних земель Рівненської області

Довідково: ґрунти з балом від 30 до 40 оцінюються як низької якості, а від 43 до 49 – середньої якості (задовільні ґрунти).

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ РАДІОНУКЛІДІВ У ҐРУНТАХ РІЗНОГО СКЛАДУ ТА РОЛІ ⁴⁰K В ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ РОСЛИН

Включення радіонуклідів в біологічний цикл

Радіоактивні речовини, що потрапляють в атмосферу, в кінцевому рахунку концентруються в ґрунті. Через кілька років після радіоактивних випадань на земну поверхню надходження радіонуклідів у рослини з ґрунту стає основним шляхом потрапляння їх у їжу людини і корм тварин. При аварійних ситуаціях, як показала аварія на Чорнобильській АЕС, вже на другий рік після випадінь основний шлях потрапляння радіоактивних речовин у харчові ланцюги - надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини.

Радіоактивні речовини, що потрапляють у ґрунт, можуть з нього частково вимиватися і потрапляти в ґрунтові води. Проте ґрунт досить міцно утримує радіоактивні речовини, що до нього потрапили. Поглинання радіонуклідів обумовлює дуже тривале (протягом десятиліть) їх знаходження в ґрунтовому покриві і безперервне надходження в сільськогосподарську продукцію. Ґрунт як основний компонент агроценозу справляє визначальний вплив на інтенсивність включення радіоактивних речовин в кормові і харчові ланцюги.

Поведінка радіонуклідів у ґрунтах в залежності від агрохімічних показників ґрунтів

Поглинання ґрунтами. Поведінка радіонуклідів в ґрунтах у процесах обмінного поглинання підкоряється тим загальним законам, які були встановлені класичним вченням К. К. Гедройца про поглинальну здатність ґрунтів. Однак процес сорбції, в якому беруть участь радіонукліди, характеризується тим, що сорбційна речовина знаходиться в мікрокількостях, тобто в гранично низьких концентраціях. Тому в даному випадку існує дуже широке відношення між величиною ємності поглинання ґрунту і ступенем її заповнення радіоактивними нуклідами. Отже, в процесі поглинання мікрокількостей радіонуклідів не конкурують за місця на поверхні сорбенту, так як по відношенню до них насиченість сорбенту завжди залишається дуже низькою.

Кожний ґрунт у природному стані містить певну кількість обмінно-поглинутих катіонів Ca, H, Mg, Na, K, NH₄, та ін. У більшості ґрунтів серед них переважає Ca, друге місце займає Mg, в деяких ґрунтах в поглиненому стані в значній кількості міститься H і зазвичай відносно небагато Na, K, NH₄.

Рівновага між твердою фазою ґрунту і розчином, що містить макроелементи та мікрокількості радіонуклідів, в цілому підкоряється закону діючих мас. Але й тут слід враховувати специфіку, яка обумовлюється низькою концентрацією радіонуклідів у розчині і відносно великою величиною ємності ґрунту як сорбенту. Якщо зміна концентрації макроелементів в такій системі може істотно вплинути на розподіл мікрокількостей радіонуклідів між розчином та сорбентом, то зміна

концентрації радіонуклідів у тій же системі практично не впливає на розподіл макроелементів.

Тверда фаза ґрунту досить повно поглинає всі радіонукліди (табл.2). Виняток становить тільки ^{106}Ru , поглинання якого дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах не перевищує 50%, а іншими ґрунтами-60%. Це пояснюється тим, що Ru утворює комплексні сполуки з органічною речовиною ґрунту і тому знаходиться у ґрунтових розчинах в колоїдному стані. Менше поглинання ґрунтами ^{106}Ru сприяє більш інтенсивної міграції його за профілем ґрунтів.

Таблиця 2.

Сорбція радіонуклідів ґрунтами, % поглиненого кількості

Радіонуклід	Поглинена		Витеснено 0,1 н СаС1 2				Витіснене 1 н КС1		
	дерново- підзолисті		чорно зем	дерново- підзолисті		чорно зем	дерново- під- золистіе		чорнозем
	суп	суглинок		суп	суглинок		суп	Суглія кок	
^{90}Sr	66	92	96	87	84	59	56	50	30
^{137}Cs	98	99	99	3	2	1	94	8	1
^{106}Ru	49	65	61	14	11	10	1	7	3
^{144}Ce	98	99	100	0,4	0,3	0,1	0,4	0,4	0
^{147}Pm	86	98	99	9	7	4	4	3	1
^{60}Co	94	97	98	2	1	0,4	2	2	0

Роль гранулометричного і мінералогічного складу ґрунту в процесі сорбції радіонуклідів

Гранулометричний склад. На сорбційні процеси радіонуклідів у ґрунтах впливає гранулометричний склад ґрунтів. Це обумовлено тим, що ємність поглинання ґрунту залежить від вмісту в ній високодисперсних частинок.

Мінералогічний склад. Відмінності в закріпленні мікрокількостей ^{90}Sr і ^{137}Cs різними за розміром фракціями обумовлені не тільки неоднаковою площею поверхні цих частинок, різним їх хімічним складом, але і різним мінералогічним складом.

Необмінна фіксація ^{137}Cs піщаними і крупнопиловатими фракціями обумовлена, очевидно, присутністю невеликої домішки слюд в цих фракціях. Вміст у мулистій фракції ґрунтів мінералів монтморилонітової групи, а також слюд і гідрослюд - одна з основних причин більш міцного закріплення мікрокількостей ^{90}Sr і ^{137}Cs цією фракцією.

Вміст і значення радіонукліду ^{40}K в життєдіяльності рослин

Природний радіонуклід ^{40}K - широко поширений ізотоп в земній корі. Він є природною домішкою всіх калійвмісних солей і мінералів.

Відомо, що ^{40}K постійно складає 0,0119% від загального вмісту калію в земній корі. Це довгоживучий радіоактивний елемент з періодом напіврозпаду $1,31 \times 10^9$ років. 88% ізотопу ^{40}K розпадається з випусканням бета-частинок і 12% припадає на гамма-випромінювання.

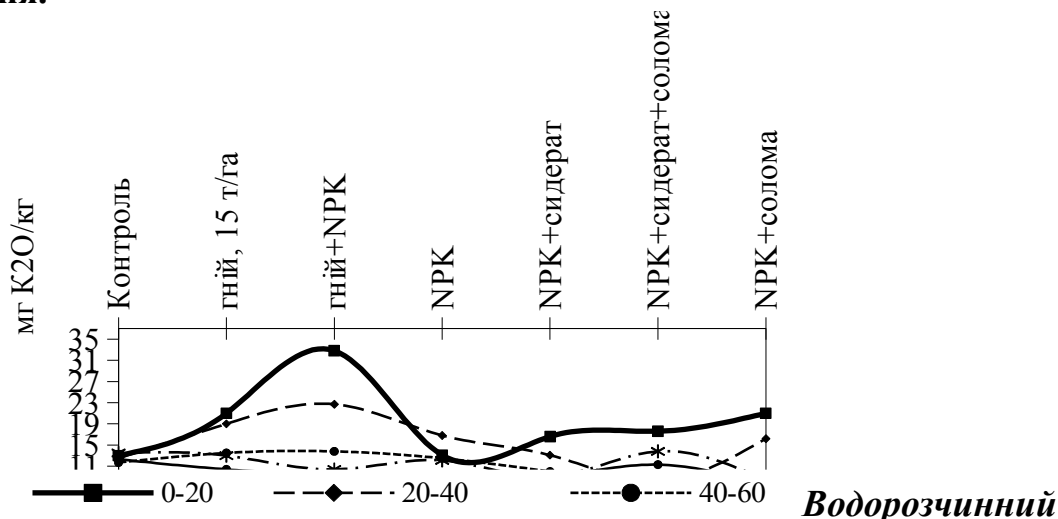
У земній корі загальний вміст калію становить 2,6 вагових відсотка. На частку калію-39 (стабільного ізотопу) припадає 93,08%, а на третій ізотоп ^{41}K (також стабільного ізотопу) - 6,76%.

Загальний вміст ^{40}K в орному шарі ґрунту на 1 км² становить в середньому 357 кг. З огляду на, що 1 Кі ^{40}K має масу 150 кг, можна розрахувати питому радіоактивність орного шару в Кі. Вона становить 0,595 Кі / км².

Рослинним організмом для нормального росту і розвитку потрібна значна кількість калію, він перш за все необхідний для водного і вуглеводного обмінів, синтезу білка, хлорофілу, для процесів фотосинтезу і т.д. Найбільша кількість в вегетативних органах загального калію накопичують гречка, льон, конюшина, кукурудза та ін .

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Характеристика різноманітних форм сполук Калію за профілем сірого лісового ґрунту в разі тривалого застосування різних систем удобрення.



Водорозчинний калій. Вважають, що Калій у ґрунтовому розчині знаходиться в йонній формі – K^+ , так як утворює незначну кількість йонних пар або розчинних органічних координаційних комплексів [13].

Рис.4. - Зміни вмісту водорозчинних сполук Калію ($\text{K}_{\text{вод}}$) за профілем сірого лісового ґрунту залежно від удобрення польової сівозміни

Як видно із рис. 4., максимальний вміст водорозчинних сполук Калію у ґрунті становить 32, переважно – 10-15 мг/кг. За профілем ґрунту їхній вміст є найбільшим у верхній шарі 0-20 см і поступово зменшується з глибиною.

У разі застосування підстилкового гною і особливо гною+НРК вміст $K_{\text{вод}}$ у ґрунті верстви 0-20 см збільшується, НРК - зменшується до мінімуму, зате у розташованому нижче шарі, - підвищується порівняно з контролем. (рис.4).

Це був єдиний випадок у цих дослідженнях, коли вміст $K_{\text{вод}}$ у шарі 20-40 см є більшим, ніж у шарі 0-20 см. Збільшується також вміст $K_{\text{вод}}$ у разі збагачення ґрунту органічною речовиною сидератів і соломи, але цей ефект простежується лише у верхній шарі і не поширюється глибше, як це відбувається на варіантах гній і гній+НРК.

Обмінний Калій. Обмінний Калій утримується від'ємними зарядами глинистих частинок і органічної речовини. Його вміст в середньому у 8-10 разів більший за вміст $K_{\text{вод}}$, який кількісно входить до пулу обмінного Калію.

Як видно із рис.5., характер змін вмісту $K_{\text{обм}}$ у шарі 0-20 см подібний до $K_{\text{вод}}$, що підтверджує існування динамічної рівноваги між ними .

Найбільш виражене збільшення вмісту $K_{\text{обм}}$ у шарі 20-40 см виявлено на варіанті НРК, тоді як у випадку застосування сидератів і соломи, навпаки, зменшення до мінімальних значень.

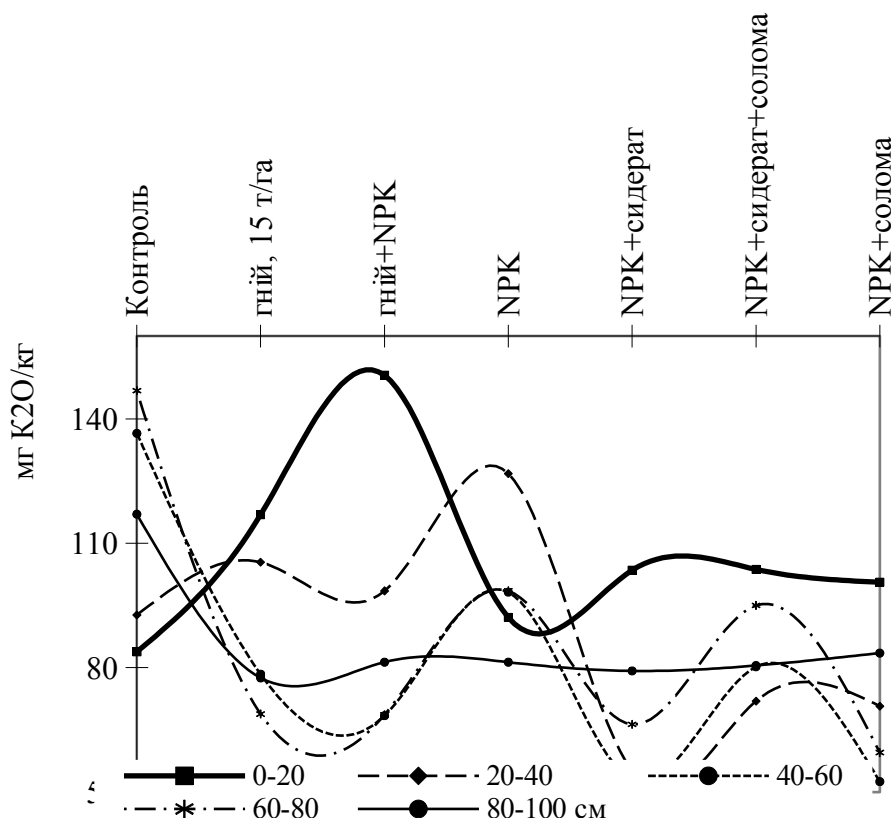
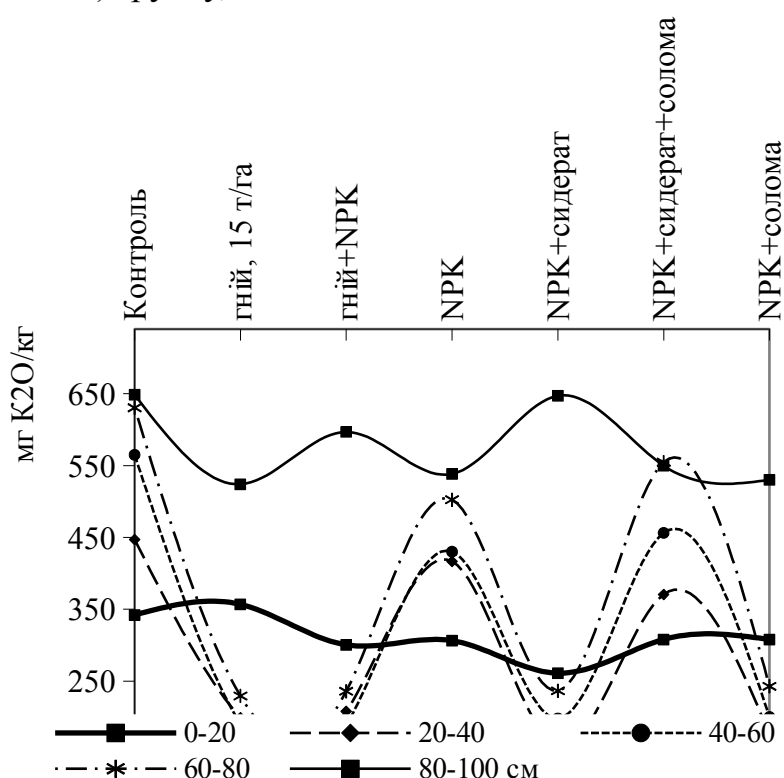


Рис. 5. - Зміни вмісту обмінного Калію ($K_{\text{обм}}$) за профілем сірого лісового ґрунту залежно від удобрення

Виявлено суттєвий вплив удобрення на зміни вмісту $K_{\text{обм}}$ за профілем ґрунту. У контролі, який тривало не удобрювали, вміст $K_{\text{обм}}$, як правило,

збільшується із глибиною і особливо в ілювіальному горизонті. У ґрунті удобрених варіантів максимальний вміст встановлено у верхній шарі, що пояснюється екзогенним надходженням Калію у складі добрив. Удобрення, яке посилювало продуктивне винесення Калію, зумовлювало зменшення вмісту $K_{обм}$ у ґрунтоутворювальній породі на 34-39 мг/кг.

Серед альтернативних гною органічних добрив найбільший вміст $K_{обм}$ простежується в разі сумісного застосування сидератів і соломи, зокрема у ґрунті верстви 60-80 см він був на рівні варіанту NPK і більшим, ніж на варіантах із застосуванням гною. Значна відмінність між вмістом $K_{обм}$ у верствах 0-20 і 60-80 см ґрунту, збагаченого гною і сидератами, свідчить про їхній різний вплив на обмінну адсорбцію цього елемента за профілем ґрунту. Сидерати і солома не зумовлюють збагачення $K_{обм}$ нижніх шарів ризосферної зони (20-40 см) ґрунту, як це властиво гноєві і NPK.



Необмінно

гідролізований. Зміни вмісту $K_{нг}$ за профілем ґрунту наочно демонструють високий рівень регулювання системи сполук ґрунтового Калію (рис. 6). По-перше, існує дуже тісний зв'язок змін вмісту $K_{нг}$ у верствах 20-40 і 40-60 см ($r=0,97$) та 60-80 см ($r=0,96$). По-друге, проявляється обернена слабка залежність кількісних змін $K_{нг}$ у гумусо-елювіальному горизонті і ґрунтоутворювальній породі ($r=-0,35$). За профілем контрольного ґрунту найменший вміст $K_{нг}$ наявний у верхній шарі, з глибиною ефективність гідролізу калієвих сполук (2 н HCl) зростає, що вказує на збільшення резерву лабільного пулу цього поживного елемента.

Рис. 6. - Зміни вмісту необмінно гідролізованого калію

Удобрення мало впливає на вміст $K_{нг}$ у верхньому шарі ґрунту, але простежується тенденція до його зменшення на варіантах із сидерацією

(NPK+ сидерат). У разі застосування гною, а також окремо сидерату і соломи, відбувається різке зменшення пулу $K_{нф}$ до глибини 80 см, включно з ілювіальним горизонтом.

Інший ефект простежується у разі збагачення ґрунту тільки мінеральними добривами, а також - NPK+сидерат+солома, які призводить до посилення диференціації товщі ґрунту 20-80 см за калійзв'язуючою здатністю.

Значні відмінності вмісту $K_{нф}$ в нижній частині ґрунтового профілю, залежно від системи удобрення, можна пояснити різною силою зв'язування йонів Калію мінералами ґрунту або органічними сорбентами за різної кислотності ґрунтового середовища та різною інтенсивністю міграції калієвих сполук у складі орґано-мінеральних комплексів. Нами також показано, що удобрення впливає на вміст активної фази органічної речовини, здатної до необмінної фіксації йонів Калію, внаслідок біологічного поглинання.

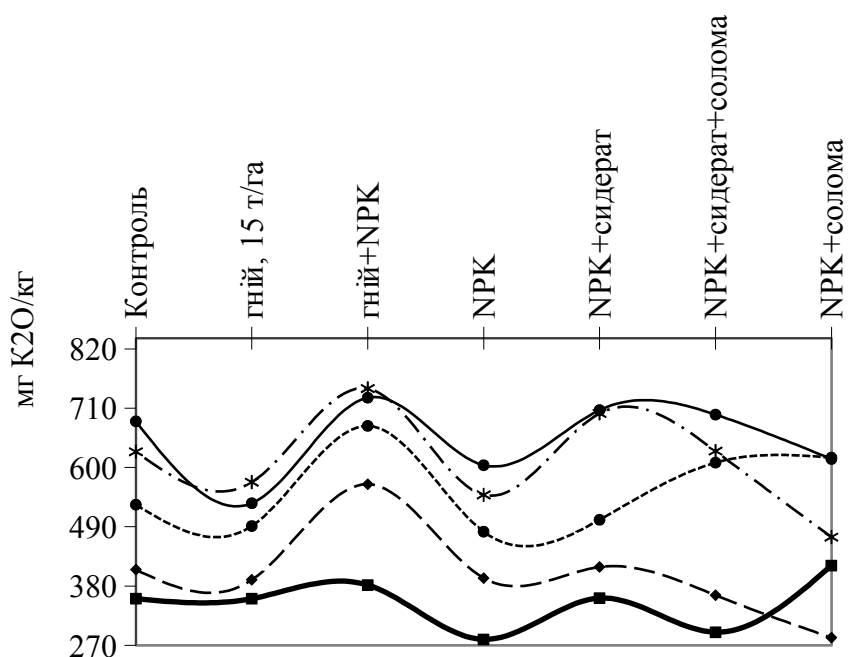


Рис. 7. - Зміни вмісту необмінно фіксованого калію за профілем ґрунту польової сівозміни залежно від удобрення

Необмінно фіксований. Вміст важкодоступної форми Калію ($K_{нф}$) у верхньому шарі ґрунту є дещо вищим за $K_{нф}$, і також залежить від специфіки удобрення (рис 7.). За профілем ґрунту необмінна фіксація Калію поступово посилюється. Особливо виражені зміни у вмісті $K_{нф}$ починають простежуватися на глибині 20-40 см, зокрема його збільшення на варіанті гній +NPK та зменшення - у разі застосування соломи. Ця тенденція зберігається у шарі 40-60 см, за винятком посилення фіксувальної здатності ґрунту на варіантах із соломою. Проте, найбільші зміни вмісту $K_{нф}$, залежно від удобрення, простежуються на глибині 60-80 см, характер яких зберігається й у ґрунтоутворювальній породі. Необхідно також враховувати, що у процесі функціонування сірих лісових ґрунтів відбувається вимивання

калієвмісних мінералів у складі мулу з верхніх горизонтів у нижні. Внаслідок цього вміст необмінно фіксованого калію у верхній частині ґрунтового профілю неудобрюваного травостану є на 240 мг/кг меншим порівняно із ґрунтом глибиною 80-100 см. Мінеральне удобрення (NPK) виснажує фонд необмінно фіксованого калію приблизно на 100-150 мг K_2O на кг.

Отже, отримані дані показують, що в разі мінерального удобрення фітоценозу відбуваються суттєві зміни у кількісному співвідношенні окремих за доступністю для рослин форм Калію сірого лісового ґрунту, особливо його резерву.

Порівняльний аналіз співвідношення активності радіоактивного цезію (^{137}Cs) та калію (^{40}K) у рослинах вересу звичайного, чорниці та брусниці в лісових екосистемах після внесення калійних добрив.

У лісових екосистемах, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, крім грибів, багато радіоактивного цезію накопичують також типові лісові рослини родини вересові (*Ericaceae*)- верес звичайний (*Calluna vulgaris* L.), чорниця (*Vaccinium myrtillus* L.) та брусниця (*Vaccinium vitis-idaea* L.) . Рівні радіоактивності рослин також варіюють залежно від виду рослин, особливостей поширення кореневої системи та ґрунту. Рослини, корені яких містяться переважно у верхніх шарах ґрунту, накопичують більше радіоцезію, тоді як для тих, що мають стрижневу кореневу систему, характерне менше накопичення радіонуклідів. Хоча рівень ^{137}Cs у рослин родини Вересові, зокрема вересу звичайного, за останні 15-20 років помітно знизився, він все ще досить високий порівняно з іншими видами судинних рослин, таких як морошка приземкувата (*Rubus chamaemorus*), бобівник трилистий (*Menyanthes trifoliata* L.) і журавлина (*Vaccinium oxycoccus* та *Vaccinium microcarpon*). Ефективно поглинають ^{137}Cs також чорниця (*Vaccinium myrtillus* L.) та брусниця (*Vaccinium vitis-idaea* L.), які, крім того, входять до складу раціону диких тварин .

Відомо, що біологічна доступність ^{137}Cs у ґрунті залежить від концентрації інших моновалентних катіонів, зокрема калію. Внесення підвищених доз калійних добрив є ефективним контрзаходом, спрямованим на зменшення надходження ^{137}Cs у сільськогосподарські рослини. Ефективність внесення калійних добрив в умовах лісових ґрунтів вивчалась у кількох роботах. Нами було показано, що внесення калійних добрив забезпечує довготривале зниження рівня накопичення ^{137}Cs (до 60%) не тільки лісовими рослинами, а й плодовими тілами грибів. Проте кореляційний зв'язок між концентрацією активності ^{137}Cs та концентрацією стабільного калію або взагалі відсутній, наприклад, у плодкових тілах грибів, або є досить слабким, як у сфагнових мохах . Таким чином, існує певне протиріччя: з одного боку, відсутність зв'язку між надходженням калію та ^{137}Cs , з іншого - зниження рівня накопичення ^{137}Cs при внесенні калійних добрив.

Дослідження проводились у лісових екосистемах Рівненської області.

Рівень забруднення за ^{137}Cs становив 33 ± 10 кБк/м². Вміст органічної речовини у верхньому шарі ґрунту понад 70%, рН близько 4, обмінного калію від 220 (верхній органічний шар) до 35 (мінеральний горизонт) мг/кг ґрунту. У насадженнях переважає сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) та ялина європейська (*Picea abies*) з домішками берези (*Betula pendula* та *Betula pubescens*). У трав'янистому покриві переважають брусниця, чорниця та верес.

Для досліджень було вибрано дві дослідних ділянки, розміщених на відстані приблизно 0,4 км одна від одної: контрольна (без внесення добрив, К-) та дослідна (з внесенням калійних добрив, К+). Площа обох ділянок близько 1 га. Калійні добрива (КСІ) були внесені шляхом розкидання їх по поверхні ґрунту з використанням розкидача мінеральних добрив на початку червня, з розрахунку 200 кг КСІ (100 кг К) / га. Розрахункова доза внесеного калію становила приблизно 30-40% доступного калію ґрунту.

Для досліджень відбирались надземні зелені частини рослин, у серпні-вересні.

Статистична обробка результатів проводилася з використанням комп'ютерного програмного забезпечення.

Результати досліджень показали, що концентрація активності ^{137}Cs у рослинах дослідної (К+) ділянки варіювала у ширшому діапазоні (37,9; 43,2 та 37,7%) порівняно з рослинами контрольної (К-) ділянки (24,8, 34,9 та 30,6%) відповідно у вересі, чорниці та брусниці (таблиця). Активна концентрація активності ^{40}K варіювала у ширшому діапазоні (40-46%) і не залежала від удобрення. Активність ^{137}Cs у рослинах дослідної (К+) ділянки знизилась у 2,2-3,7 рази порівняно з контрольною (К-), тоді як активність ^{40}K або зменшувалася (верес, брусниця), або залишилась незмінною (чорниця) (табл.3.).

Таблиця 3.

Активність ^{137}Cs та ^{40}K у рослинах, Бк кг⁻¹ (середні значення, $M \pm m$; коефіцієнт варіації, V)

Параметри	n*	К ⁻		К ⁺		Відношення К ⁺ / К ⁻	
		^{137}Cs	^{40}K	^{137}Cs	^{40}K	^{137}Cs	^{40}K
Верес звичайний							
M±m	59	12715±2464	143±44.2	3426±967	187±53.7	3.7	0.77
V		24.8	39.7	37.9	46.4		
Чорниця							
M±m	57	2698±685	207±66.4	878±180	205±65.0	3.1	1.01
V		34.9	42.1	43.2	41.1		
Брусниця							
M±m	56	2211±518	130±46,4	1001±292	172±69,2	2,2	0,76
V		30,6	45,1	37,7	44,6		

Примітка. n - кількість проаналізованих зразків

Співвідношення активності рослинах вересу звичайного, чорниці та брусниці, зібраних на контрольній (К-) та дослідній (К+) ділянках, наведені на рис. 1а, 2а та 3а відповідно. Як видно з наведених даних, співвідношення

активності Cs/K в усіх трьох видів досліджуваних рослин є ширшим на контрольній ділянці порівняно з дослідною ділянкою.

У рослинах вересу (рис. 4.5а) співвідношення $^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$ виявилось приблизно в шість (К-) та чотири (К+) рази ширшим, ніж у рослинах чорниці (рис. 2а) та брусниці (рис. 3а). В цілому за дослідження у чорниці та брусниці, зібраних як на контрольній, так і дослідній ділянках, співвідношення Cs/ K мали тенденцію до звуження, тоді як у вереса вони залишалися або сталими (К-), або навіть зростали (К+).

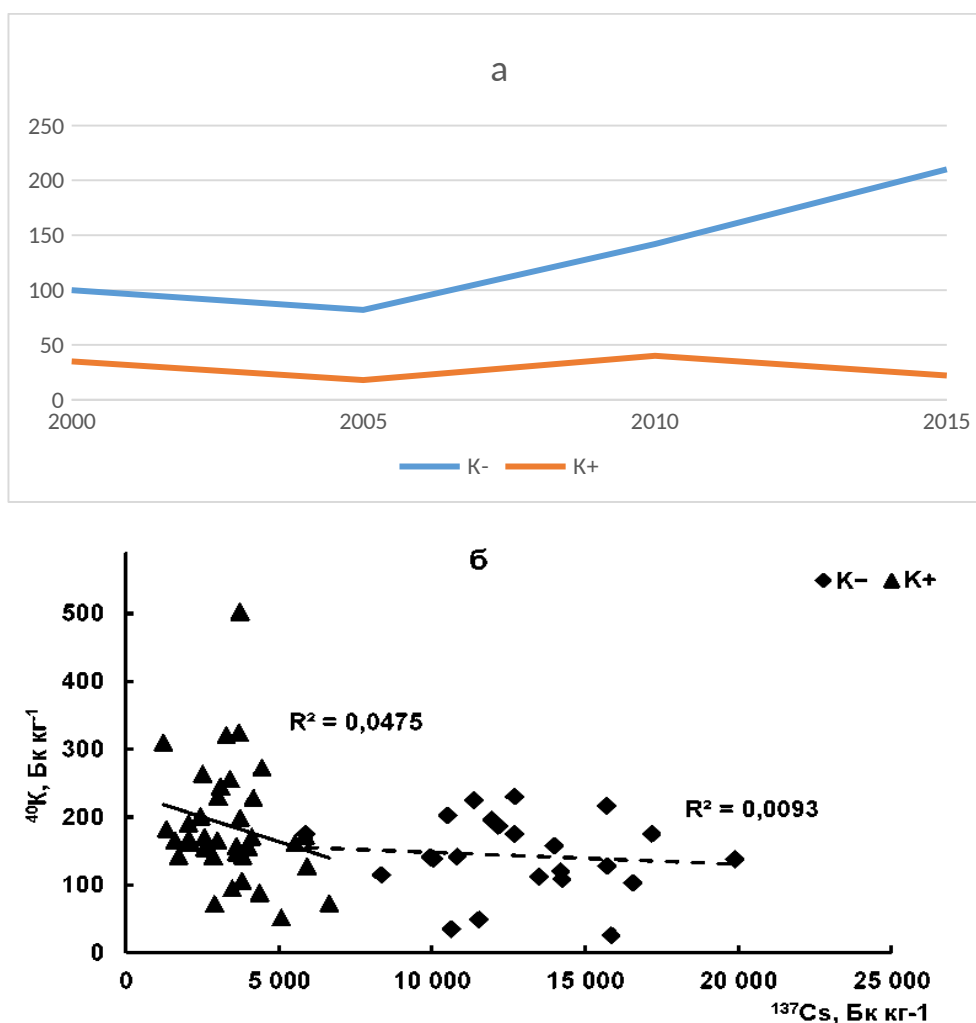


Рис. 8. - Співвідношення активності $^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$ у рослинах вересу звичайного (а) та залежність активності ^{137}Cs та ^{40}K (б).

Іншими словами, ефект від внесення калійних добрив, тобто звуження співвідношення $^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$ помітно вищим у вереса (рис.8 а), ніж у чорниці та брусниці (рис. 9 а, 10 а). Так, в середньому, співвідношення Cs/K у вереса на дослідній ділянці приблизно у п'ять разів вужче ніж на контрольній, тоді як у чорниці та брусниці спостерігається приблизно триразове звуження згаданого співвідношення.

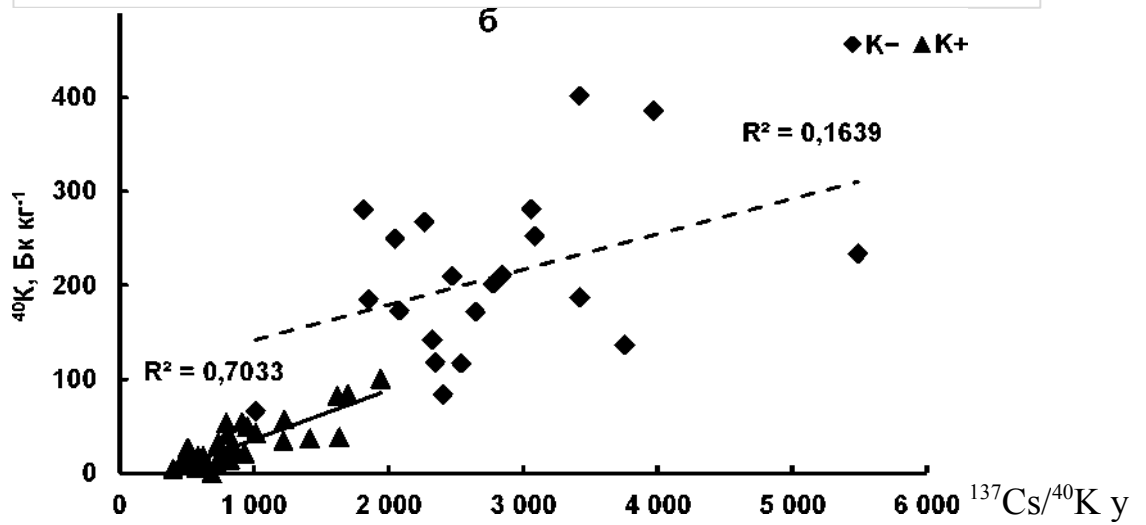
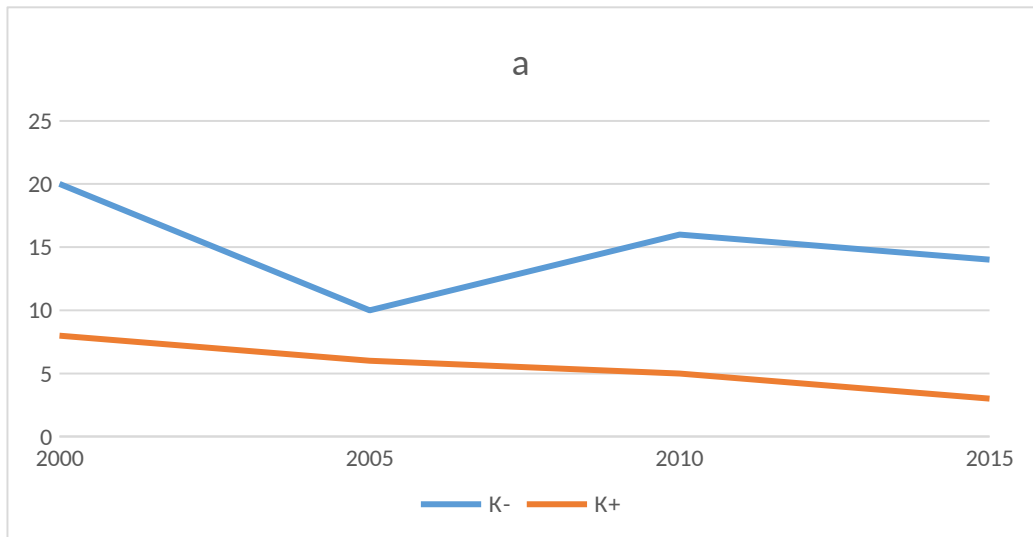
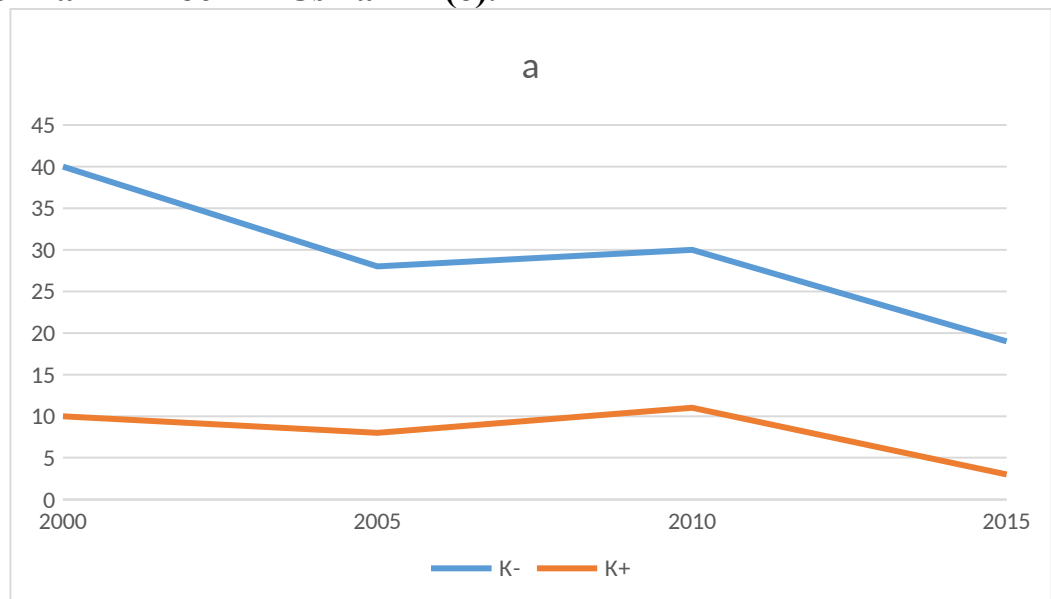


Рис. 9. - Співвідношення активності рослинах чорниці (а) та залежність активності ^{137}Cs та ^{40}K (б).



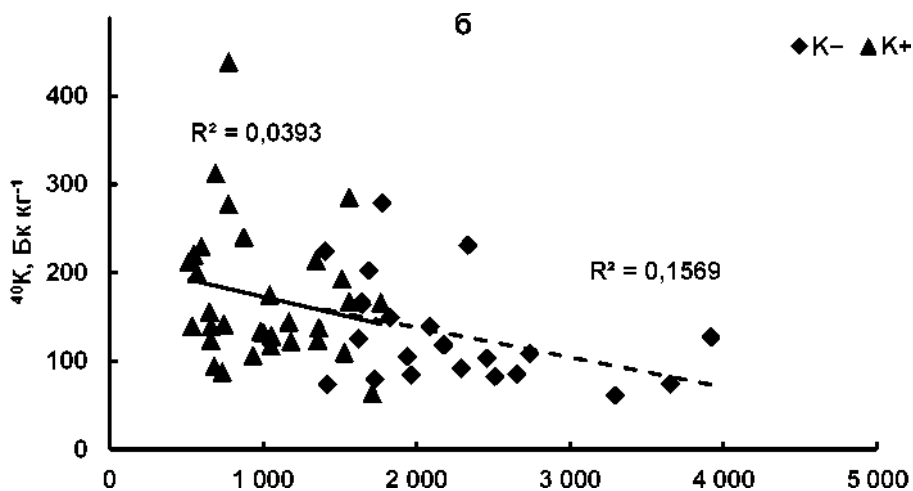


Рис. 10. - Співвідношення активності $^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$ у рослинах брусниці (а) та залежність активності ^{137}Cs та ^{40}K (б).

В цілому одноразове внесення калійних добрив у лісових екосистемах спричинило статистично достовірне ($p < 0,001$) зниження рівня накопичення ^{137}Cs у досліджуваних рослин, хоча реакція рослин на удобрення була різною. Так, в середньому за період з 2000 до 2015 рр. рівні накопичення ^{137}Cs рослинами вересу на дослідній ділянці порівняно з контрольною були нижчими на 61%, у рослин чорниці - на 48%, у рослин брусниці - на 40% (Rosen et al., 2011). Очевидно, що даний ефект ґрунтується на конкурентних взаємовідносинах між іонами Cs^+ та K^+ при їх надходженні з ґрунту в рослини. Поглинання ^{137}Cs рослинами залежить від біологічної доступності, як цезію, так і інших моновалентних катіонів, насамперед хімічного аналога - калію. Подібність іонів Cs^+ та K^+ забезпечує високий рівень метаболічно залежних взаємодій, тому поглинання цезію значною мірою зумовлюється присутністю калію.

Залежність активності ^{137}Cs та ^{40}K у тих же рослинах показано на рис. 4.5б, 4.6б та 4.7б. Кореляційний аналіз залежності активності концентрацій Cs та K показує, що у рослинах вересу та брусниці обох ділянок будь-який зв'язок між ^{137}Cs та ^{40}K відсутній (рис. 4.5б, 4.7б). У чорниці між активністю концентрації K та ^{137}Cs на контрольній ділянці кореляційний зв'язок слабкий ($R^2 = 0,164$), а на дослідній ділянці тісний ($R^2 = 0,703$) (рис. 4.6б).

Одержані дані показують, що ефект зниження надходження цезію в рослини в результаті підвищення концентрації калію є неоднозначним. Це пояснюється тим, що, з одного боку, підвищений вміст калію сприяє біологічній доступності цезію через процес катіонного обміну (зростання іонного тиску), з іншого - між згаданими іонами мають місце конкурентні (антагоністичні) взаємодії при надходженні у рослини, про що свідчить відсутність кореляції між цими іонами. Результат такої взаємодії може бути різним. Відповідно до (2000) ступінь дискримінації цезію при поглинанні рослинами через клітинні мембрани кореня (через K^- -транспортери або K^- -канали) залежить від концентрації калію у середовищі. При низьких концентраціях калію у середовищі ($< 0,3 \text{ mM}$) дискримінація цезію є слабкою, тоді як при високих концентраціях калію дискримінація цезію

сильна. Крім того, відсутність кореляційних зв'язків між ^{137}Cs та ^{40}K (крім рослин чорниці) пояснюється очевидно і тим, що надходження цезію у рослини у міру підвищення концентрації калію у зовнішньому середовищі знижується, але дана залежність не є прямолінійною і може описуватися цілим рядом рівнянь. На думку *Johanson K.J.*, зменшення надходження цезію в рослини внаслідок підвищених концентрацій калію у ґрунтовому розчині частково пояснюється посиленням «витікання» цезію з коренів рослин.

Таким чином, одержані дані показують, що внесення калійних добрив у лісових екосистемах забезпечує більш ефективне звуження співвідношення Cs/K у рослинах вересу звичайного, ніж у чорниці та брусниці. Співвідношення Cs/K у вересу на дослідній ділянці (К+) було приблизно у п'ять разів вужчим, ніж на контрольній (К-) ділянці, тоді як у чорниці та брусниці спостерігалось приблизно триразове звуження згаданого співвідношення. У рослинах вересу та брусниці будь-який зв'язок між Cs та K відсутній незалежно від удобрення, тоді як у чорниці величина активності концентрації K тісно пов'язана з вмістом ^{137}Cs .

ВИСНОВКИ

У віддалений період після Чорнобильської катастрофи саме організація ведення сільськогосподарського виробництва на території, що зазнали радіоактивного забруднення, визначає ступінь радіаційної безпеки населення.

Зменшення забезпеченості ґрунтів елементами живлення, дегуміфікація, підкислення ґрунтового розчину, що має місце сьогодні, відбиватимуться не тільки на урожайності сільськогосподарських культур, але й на збільшенні накопичення в ньому радіонуклідів.

Тип ґрунту, його агрохімічні показники є важливими факторами, які визначають інтенсивність накопичення радіоактивного цезію в урожаї сільськогосподарських культур. Найбільш критичними тут є дерново-підзолисті і торфові ґрунти, якими представлено близько 70 % території, забрудненої внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Доведено, що потік радіонуклідів з ґрунту в рослини (з чим пов'язане формування дозового навантаження на населення) залежить від процесів фіксації радіонуклідів ґрунтово-поглинальним комплексом, кислотності ґрунтового розчину, а також від особливостей ґрунту, які визначають рухливість і можливість засвоєння нуклідів кореневою системою рослин.

Площі забруднених цезієм-137 земель с/г призначення в Рівненській області з щільністю понад 1 $\text{Кі}/\text{км}^2$ складає 73,9 тис. га (11,4 %), з них понад 1,3 тис. га (0,2 %) з щільністю 5 $\text{Кі}/\text{км}^2$.

Одним з ефективних заходів для зменшення вмісту радіоактивного цезію у ґрунтах є інтенсивне внесення в ґрунт його аналогу – калію. Однак надмірне внесення калію в ґрунт в останні роки викликає стурбованість у багатьох дослідників. Тому що при середніх нормах внесення калійних добрив 60 $\text{кг}/\text{га}$ у ґрунт надходить $1,35 \times 10^6$ Бк ^{40}K . При разовому внесенні це не призведе до помітного збільшення вмісту радіоактивного ^{40}K , але при

багаторічному внесенні калійних добрив може суттєво вплинути на його баланс.

Нами було виявлено, що для сірого лісового ґрунту, в разі мінерального удобрення фітоценозу калієм відбуваються суттєві зміни у кількісному співвідношенні окремих за доступністю для рослин форм Калію, особливо його резерву.

У своїй роботі ми підтвердили ідею А.М. Кузіна і А.І. Ільїна про необхідність іонізуючих випромінювань для живих організмів. Так, при внесенні великої кількості калійних добрив рослини будуть вибірково поглинати з ґрунту ^{40}K .

Для підтвердження даної гіпотези ми провели дослідження в результаті якого з'ясувалося, що внесення калійних добрив у лісових екосистемах забезпечує більш ефективне звуження співвідношення $^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$ у рослинах вересу звичайного, ніж у чорниці та брусниці. Співвідношення $^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$ у вересу на дослідній ділянці (К+) було приблизно у п'ять разів вужчим, ніж на контрольній (К-) ділянці, тоді як у чорниці та брусниці спостерігалось приблизно триразове звуження згаданого співвідношення. У рослинах вересу та брусниці будь-який зв'язок між ^{137}Cs та К відсутній незалежно від удобрення, тоді як у чорниці величина активності концентрації К тісно пов'язана з вмістом ^{137}Cs .

РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВНЕСЕННЮ КАЛІЙНИХ ДОБРИВ У ҐРУНТ

1. Рослинним організмом для нормального росту і розвитку потрібна значна кількість калію, він перш за все необхідний для водного і вуглеводного обмінів, синтезу білка, хлорофілу, для процесів фотосинтезу і т.д. Найбільшу кількість в вегетативних органах загального калію накопичують гречка, льон, конюшина, кукурудза та ін .

2. Калій в системі ґрунт-рослина є антагоністом цезію, тому при потребі рекомендується його застосування оскільки це призводить до зменшення вмісту ^{137}Cs в рослинах, і, відповідно, їх перехід в організм тварини і людини.

3. Не рекомендується безконтрольне та надмірне внесення калійних добрив, оскільки це може призвести до значного підвищення радіоактивного фону ґрунтів.

АНОТАЦІЯ

Сидорчук П.В. «Вплив внесення калійних добрив (^{40}K) на радіоактивність ґрунту» Магістерська робота. (101 - екологія, спеціалізація «Радіоекологія») / РДГУ. Кафедра екології, географії та туризму. Наук. кер.: Лисиця А.В., д.біол.н., проф., Рівне, 2017. – 76 с.

Зміст роботи (анотація): Магістерська робота складається з п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

У першому розділі, описана теоретична частина. Зокрема розглядаються основні терміни і поняття що використовують в ґрунтознавстві, розкривається поняття про поглинальну здатність ґрунтів та її вплив на ефективність використання добрив. Виходячи з сучасного стану проблеми сформульовано основні завдання дослідження.

В другому розділі наводяться матеріали й методи досліджень, що були використані при виконанні роботи, а також реактиви та обладнання, описуються методики. Надається загальна характеристика об'єкту дослідження, описується фізико-географічна характеристика території на якій проводилися дослідження.

У дослідницькій частині (3 розділ) представлені результати вивчення ролі радіонуклідів у процесах життєдіяльності рослин та значення агрохімічних параметрів ґрунтів в процесах міграції радіоактивних хімічних елементів. Досліджуються механізми включення радіонуклідів у біологічні цикли, ланцюги живлення. Визначається поведінка радіонуклідів в залежності від агрохімічних властивостей ґрунтів. Підтверджується ідея А.М. Кузіна і А.І. Ільїна про «необхідність» іонізуючих випромінювань (мінімальних доз) для живих організмів.

Четвертий розділ містить результати експериментальних досліджень які підтверджують припущення про те, що вміст ^{137}Cs в тканинах дослідних рослин після внесення в ґрунт калійних добрив знижується, а концентрація ^{40}K зростає; також зазначається, що діапазон співвідношення $^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$ в дослідних рослинах (після внесення калійних добрив) достовірно є меншим ніж у контрольних.

У «Висновках» сформульовані основні результати досліджень, список літературних джерел складає 38 найменувань, основна частина роботи викладена на 76 сторінках, вона містить 14 рисунків і 8 таблиць, окремі ілюстративні матеріали винесено в додатки.

Ключові слова: радіоактивність, радіонуклід, калій, цезій, мінеральні добрива.

АННОТАЦИЯ

Сидорчук П.В. «Влияние внесения калийных удобрений (^{40}K) на радиоактивность почвы» Магистерская работа. (101 - экология, специализация «Радиоэкология») / РДГУ. Кафедра экологии, географии и туризма. Науч. рук.: Лисица А.В., д.биол.н., проф., Ровно, 2017. - 76 с.

Содержание работы (аннотация): Магистерская работа состоит из пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

В первом разделе, описана теоретическая часть. В частности рассматриваются основные термины и понятия использующих в почвоведении, раскрывается понятие о поглощающей способности почв и ее влияние на эффективность использования удобрений. Исходя из современного состояния проблемы сформулированы основные задачи исследования.

Во втором разделе приводятся материалы и методы исследований, которые были использованы при выполнении работы, а также реактивы и оборудование, описываются методики. Дается общая характеристика объекта исследования, описывается физико-географическая характеристика территории, на которой проводились исследования.

В исследовательской части (3 глава) представлены результаты изучения роли радионуклидов в процессах жизнедеятельности растений и значение агрохимических параметров почв в процессах миграции радиоактивных химических элементов. Исследуются механизмы включения радионуклидов в биологические циклы, цепи

питания. Определяется поведение радионуклидов в зависимости от агрохимических свойств почв. Подтверждается идея А.М. Кузина и А.И. Ильина о «необходимости» ионизирующих излучений (минимальных доз) для живых организмов.

Четвертый раздел содержит результаты экспериментальных исследований подтверждающие предположение о том, что содержание ^{137}Cs в тканях исследовательских растений после внесения в почву калийных удобрений снижается, а концентрация ^{40}K растет; также отмечается, что диапазон соотношения $^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$ в исследовательских растениях (после внесения калийных удобрений) достоверно есть меньше, чем в контрольных.

В «Заключении» сформулированы основные результаты исследований, список литературных источников составляет 38 наименований, основная часть работы изложена на 76 страницах, она содержит 14 рисунков и 8 таблиц, отдельные иллюстративные материалы вынесен в приложения.

Ключевые слова: радиоактивность, радионуклид, калий, цезий, минеральные удобрения.

SUMMARY

Sydorchuk P.V. "Influence of introduction of potassium fertilizers (40K) on soil radioactivity" Master's work. (101 - ecology, specialization "Radioecology") / RDU. Department of Ecology, Geography and Tourism. Science director: Lysytsya A.V., doctor of biological sciences, prof., Rivne, 2017. - 76 p.

Contents of the work (abstract): Master's work consists of five sections, conclusions, list of used literature and applications.

In the first section, the theoretical part is described. In particular, the basic terms and concepts used in soil science are discussed, the concept of the absorption capacity of soils and its influence on the efficiency of fertilizer use are revealed. Based on the current state of the problem, the main objectives of the study are formulated.

In the second section, the materials and methods of research that were used during the work, as well as the reagents and equipment are described, the methods are described. The general description of the object of research is given, the physical-geographic characteristic of the territory on which the research was conducted is described.

The research part (section 3) presents the results of studying the role of radionuclides in plant life processes and the importance of soil agro-chemical parameters in the processes of radioactive chemical elements migration. Mechanisms of inclusion of radionuclides into biological cycles, feed chains are explored. The behavior of radionuclides is determined, depending on the agrochemical properties of the soils. Confirms the idea of A.M. Kuzina and A.I. Ilyin about the "necessity" of ionizing radiation (minimum doses) for living organisms.

The fourth section contains the results of experimental studies confirming the assumption that the content of ^{137}Cs in tissues of experimental plants after introduction into the soil of potassium fertilizers is reduced, and the concentration of ^{40}K increases; It is also noted that the range of $^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$ ratio in experimental plants (after the introduction of potassium fertilizers) is significantly lower than in the control.

The "Conclusions" formulate the main results of research, the list of literary sources is 38, the main part of the work is set out on 76 pages, it contains 14 figures and 8 tables, individual illustrative materials are included in the annexes.

Key words: radioactivity, radionuclide, potassium, cesium, mineral fertilizers.