

5. Древесные породы мира/ Под ред. Г.И. Воробьева. – М.: Лесн. пром-сть, 1982, т.2. – 352 с.
6. Каппер В.Г. Хвойные породы. Лесоводственная характеристика. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. – 304 с.
7. Митропольский А.К. Элементы математической статистики. Учебное пособие (для студентов лесохозяйственного факультета). – Л.: ЛТА им. Кирова, 1965. – 174 с.
8. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 365 с.

УДК 504.54; 504:002

Доц. О.З. Ковальчук, канд. с.-г. наук –  
НУ "Львівська Політехніка"

## ВПЛИВ ШТУЧНИХ КИСЛОТНИХ ДОЩІВ НА ВМІСТ МІКРО- І МАКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ

Досліджено вплив штучних кислих дощів на ґрунти. Виявлено закономірності щодо зміни кількості мікро-і макроелементів у різних шарах ґрунтового профілю залежно від виду і концентрації кислотного чинника.

**Ключові слова:** кислотний чинник, ґрунти, вміст мікро- та макроелементів.

*Doc. O.Z. Kovalchuk – National University "Lvivska Politehnika"*

## The influence of imitative acid rains on the content of micro- and macroelements in soils

The influence of imitative acid rains on soil was investigated. It was found out about regularity of micro- and macroelements changes in different soil layers depending on kind and concentration of acid factor.

**Keywords:** acid rain, soils, content of micro- and macroelements

Протягом останніх кількох десятиріч років назріла проблема послаблення життєздатності деревостанів, внаслідок чого з'являються нові хвороби дерев, причини яких до сьогоднішнього дня однозначно не визначені. Найбільш імовірною гіпотезою, яка пояснює причини відмирання лісів, прийнято явище кислотних дощів.

У природних умовах окислення атмосферних опадів залежить від наявності так званих "кислототвірних газів" ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  та ін.) і окислювачів, які знаходяться в атмосфері ( $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , гідроксидна група  $\text{OH}$  та ін.). Практично вміст кислот в атмосферних опадах визначається виключно сильними кислотами ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$  та ін.). Звідси припущення, що, створюючи водні розчини на основі міцних кислот ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ) та їх суміші з певним рН та впливаючи ними на ґрунт, отримуємо ефект, наближений до дії кислих опадів, які виникають у атмосферному повітрі.

При плануванні даного дослідження ми передбачали отримати відповідь, якою мірою кислі дощі впливають на продуктивність деяких елементів екосистеми, можливо, обмеження його функції шляхом пошкодження, видозміни чи обмеження продуктивності. З цією метою здійснено дослідження, протягом якого ґрунти піддано впливові штучних кислих дощів. Одночасно передбачалось визначити модифікаційну роль ґрунту в обмеженні негативно-го впливу закислення середовища.

Водні розчини кислот готувалися у пластмасових ємностях об'ємом 30 дм<sup>3</sup>, шляхом додавання до них вирахованої кількості сірчаної чи азотної кислот або їх суміші в об'ємному відношенні 3:1. Рівень рН отриманого розчину перевірявся потенціометрично щоразу перед застосуванням. Таким чином отримано 3 різні розчини (виконані на основі сірчаної та азотної кислот та їх суміші) зі значенням рН: 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 і 7.8. Остання величина – значення у чистій воді, яку вживали до підливання саджанців і ґрунтів.

Експеримент тривав протягом 3 років. З метою виключення впливу атмосферних опадів зі змінним рН ємності були розміщені під накриттям з полімерної плівки висотою 2,5 м з відкритими бічними, передньою і задньою стінками. Підливання ємностей здійснювалося щороку протягом 10 місяців з перервою на 2 зимові місяці (січень і лютий), коли нестачу вологи компенсовано прикриттям ємностей тонким шаром снігу.

Оцінку впливу кислих дощів виконано шляхом вивчення змін хімічних властивостей ґрунтів. Ґрунтові дослідження виконано на підставі загальноприйнятих у ґрунтознавстві аналітичних методик. Досліди є середніми з двох повторень. Середню пробу отримано при вимішуванні проб з 6 ємностей.

Штучні кислі дощі, як і природні опади, здійснюють вплив на ґрунт. При надмірі кислоти катіони у ґрунті (Ca, Mg, K, Na) замінюються аніонами (протони H<sup>+</sup> і катіонові кислоти). Це викликає зменшення насичення основами. Згідно з переліком Hofmeister'a, у цій реакції спочатку вивільнюються одновалентні катіони (K, Na), потім двовалентні (Mg, Ca та ін.), за ними тривалентні (наприклад, алюміній та ін. [3]). Вивільнені під час дисоціації кислот протони ведуть до закислення, якщо не піддадуться впливові буферних систем [5].

Кислий дощ мобілізує як поживні речовини, так і токсичні, обумовлюючи їх вимивання з ґрунту. Prusinkiewicz та ін. [4] виявили зниження рН верхніх шарів субстратів окремих літологічних ґрунтів (пісок, глинисті ґрунти) і зростання обмінної кислотності (для піску) разом зі зростанням кислотності штучних дощів на основі суміші сірчаної і азотної кислот. Дослідження Obwalda [1] вказують на зміну рН на півтори одиниці у вертикальному розрізі ґрунтів до глибини від 0 до 35 см. Раніше аналогічні висновки зробив Tamm [2], який вказав на зростання закислення ґрунтів вже через 2 роки після підливання їх кислими дощами. Швидкість цього процесу пов'язана з хімічним складом атмосферних опадів.

Хімічний склад ґрунтів і вміст мікро- і макроелементів є результатом впливу низки факторів, з яких до найважливіших зараховуємо: мінеральний склад ґрунтів, потрапляння поживних речовин з атмосферного повітря і ґрунтових вод, інтенсивність природних і антропогенних процесів, що відбуваються в екосистемі. До них, в першу чергу, ми зараховуємо кислі дощі, які можуть значним чином пришвидшити процес або позитивно впливати на вимивання лугів, тим самим поглиблюючи процес деградації ґрунтів.

Підливання субстрату штучними кислими дощами викликало закислення "ґрунтів", водночас як зрошування водою ємностей, прийнятих за точку відліку (ємності контрольні), викликало зростання реакції рН (вода, застосована для дослідів, мала рН 7.8). З моменту початку експерименту у піща-

них ґрунтах рН водне становило 5.9 і рН сольове – коло 5.0, у глинистих субстратах рН водне і сольове, відповідно, від 5.5 до 7.5 і від 4.6 до 6.9, водночас як рН водне і сольове торфового субстрату коливалася від 3.2. до 5.4 і від 2.4 до 4.7.

Підливання ґрунтів кислоти ми дощами з рН 2.5 протягом 3 років викликало зміну рН водного у піщаних субстратах на 0.2-0.8 одиниці, сольового – від 0.4 до 1.4 одиниці залежно від того, на основі якої кислоти було виконано штучні кислі розчини: сірчаної, азотної чи їх суміші. Це стосується шару ґрунту до глибини 15 см. Починаючи з глибини 15 см, кислотність ґрунту змінювалася на 1 одиницю під впливом кислотного чинника на основі азотної кислоти. У шарах ґрунту нижче 20 см не виявлено змін реакції незалежно від рН водних розчинів.

Найбільша розбіжність значення рН виявлена при впливі штучних кислих дощів на основі суміші сірчаної і азотної кислот. При рН 2.5 кислотного чинника у шарі ґрунту товщиною 15 см рН водне змінилося в межах від 0.5 до 1.5 одиниці, сольове – від 1.3 до 1.5 одиниці. При рН 3.0 кислих водних розчинів кислотність ґрунту у шарі до 15 см змінювалася від 0.3 до 1.5 одиниці у воді та від 0.3 до 1.1 – в КСІ. При рН 3.5 кислих водних розчинів кислотність ґрунтів змінилася на 0.3 одиниці (рН водне) і 0.2 одиниці (рН сольове). Кислі розчини з рН 4.0 і 4.5, а також вода з артезіанської свердловини (рН 7.8) не викликали зниження рН ґрунтів, а, навпаки, стали причиною їх залуження. Кислі дощі з рН 4.0 викликали зміну реакції верхніх шарів піщаного ґрунту (до 5 см) на 0.2 одиниці.

У проведеному експерименті кількість окремих елементів залежала від їх наявності в ґрунті та потрапляння з водою, яка використовувалася для підливання. Цей вплив можна визнати незначним. Прийнято, що різниці у вмісті іонів окремих елементів, які наявні у різних ємностях, були результатом підливання штучними кислими дощами з різною величиною рН.

Поряд зі збільшенням глибини ґрунтового профілю незначно зростає вміст *натрію*. Ця тенденція є особливо виразною на піщаних ґрунтах і торфах. Серед трьох видів штучних кислих дощів ця залежність є найбільш виразною при дії суміші сірчаної і азотної кислот, порядок незначно змінився на більш зв'язаних ґрунтах. Різниці у вмісті натрію в ґрунті при дії розчинів сірчаної і азотної кислот незначні, водночас як при дії суміші кислот  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і  $\text{HNO}_3$  вони є значно більшими.

Вміст *калію* зменшується зі зростанням глибини ґрунтового профілю при дії на нього водних розчинів незалежно від виду кислотного впливу. Тут існує виразна залежність між зменшенням кислотності ґрунтів і видом кислих дощів. Ґрунти, на які діяли більш кислі розчини, мають набагато більший вміст калію, ніж ґрунти, на які впливали лужні розчини (контрольні поверхні). Це явище не спостерігається на глинистих субстратах.

Вміст *кальцію* формується по-різному залежно від виду субстрату і виду кислотного впливу. У більшості випадків у верхніх шарах ґрунтового профілю відзначено більший вміст Са, що зменшувався до глибини 25 см і підвищувався в найнижчому горизонті. Найвиразніше це явище спостері-

гається на торфових субстратах, водночас як найбільше відхилення від описаної тенденції на глинах.

Не виявлено виразної тенденції у розподілі вмісту *магнію* залежно від глибини ґрунтового горизонту, а також кислотного впливу під впливом підливання. У межах досліджуваного ґрунтового профілю відзначено незначне збільшення вмісту *заліза* у верхніх його шарах, однак цей результат не є однозначним. Більші різниці спостерігаються при підливанні субстрату сумішшю сірчаної і азотної кислот. При дії на ґрунти штучних кислих дощів на основі  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і  $\text{HNO}_3$  вміст Fe в ґрунтах на 20 % менший, ніж при дії кислотного чинника на основі суміші кислот.

Вміст *фосфору* в ґрунті істотно не залежить від кислотності водних розчинів і виду кислотних чинників. Стверджено виразний зв'язок між його вмістом та глибиною ґрунтового профілю. Найменша кількість фосфору знаходяться у верхньому шарі ґрунтів (крім тих, які перебували під впливом суміші кислот), а найбільші – у найнижчому горизонті, тобто на глибині близько 35 см. Розміщення  $\text{P}_2\text{O}_5$  в різних шарах ґрунту наближене до розміщення кальцію.

У результаті проведених аналізів виявлено незначну різницю вмісту *загального азоту* в ґрунтах залежно від складу кислих дощів. Найбільший вміст  $\text{N}_{\text{заг.}}$  виявляють ґрунти з найнижчим рН, які перебувають під впливом найкислішого чинника на основі як сірчаної, так і азотної кислот. Подібну тенденцію виявляють ґрунти, підлиті водними розчинами суміші кислот  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і  $\text{HNO}_3$ , при цьому абсолютні показники є дещо вищими.

Вміст *вуглецю* більший у ґрунтах, підлитих водними розчинами з нижчою реакцією рН. Ця закономірність спостерігається при дії кислих дощів на базі сірчаної, азотної кислот та їх суміші, при цьому у випадку кислих дощів на основі сірчаної кислоти різниці були найбільш виразними.

Кількість *марганцю* в окремих шарах ґрунтового профілю залежить від виду субстрату. На піщаних ґрунтах, незалежно від складу кислотного чинника, більший вміст цього елемента відзначено при підливанні їх розчинами з рН 2.5. Ємності, підлиті розчинами з рН 3.0 і 3.5, показали найбільший вміст Mn, який зменшувався із зростанням рН штучних кислих дощів. Найнижчий вміст цього складника показали ґрунти в контрольних ємностях, які підливалися кислими дощами з рН 7.8. У межах ґрунтового профілю отримані результати не дають змоги виявити точні закономірності. На торфових і глинистих ґрунтах не спостерігається жодних виразних тенденцій. Найменший вміст Mn спостерігається на ґрунтах, підлитих штучними кислими дощами з рН 2.5 і 3.0, найбільший – у межах рН 3.5 до 4.5, з наступним зменшенням при рН 7.8, тобто при підливанні ємностей чистою водою.

Найбільший вміст *цинку* спостерігався у ґрунтах, підлитих кислими водними розчинами з найнижчою величиною рН незалежно від виду субстрату і типу кислотного чинника. При аналізі розміщення цього елемента в межах ґрунтового профілю найбільший вміст виявлено у глибших шарах (від 25 до 35 см).

Отримані результати не дають змоги зробити висновки щодо впливу кислотного чинника на розміщення *міді* в межах ґрунтового профілю і зміни

її кількості під впливом кислих дощів. Аналіз показав тільки підвищену кількість елементу в досліджуваних ґрунтах порівняно з контрольними.

У більшості аналізованих випадків вміст *свинцю* нижчий у ґрунтах, підлитою кислими дощами в межах рН від 3.0 до 4.0. У третині випадків спостерігається збільшення вмісту цього елементу в ґрунтах при рН 2.5 кислих розчинів відносно контрольних ємностей. Виразна тенденція, яка полягає у збільшенні вмісту свинцю в ґрунті, відзначена при дії водних розчинів на основі сірчаної і азотної кислот. Аналіз показав зменшення вмісту свинцю з поглибленням ґрунтового профілю.

При дії на ґрунти кислотних розчинів на основі сірчаної кислоти та суміші сірчаної і азотної кислот спостерігається збільшення рівня *кадмію* із зростанням кислотності розчинів. Це стосується мінеральних і торфових ґрунтів. У випадку впливу кислотного чинника на основі азотної кислоти отримано зворотну тенденцію, тобто ґрунти характеризувалися меншим вмістом кадмію при підливанні їх водними розчинами з нижчим рН.

Не виявлено закономірності між вмістом *нікелю* в ґрунтах і впливом кислотного чинника, особливо на мінеральних субстратах. Невиразна тенденція (яка порушувалась у багатьох випадках) спостерігається тільки на органічних ґрунтах, в яких зі зростанням закислення зменшується вміст нікелю. У межах ґрунтового профілю більша кількість цього елементу спостерігається у верхніх шарах ґрунтів.

Вміст *хрому* в окремих горизонтах є різним, не простежується жодна закономірність. У багатьох випадках кількість хрому є найменша у ґрунтах, підлитою кислими дощами з рН 2.5. Найбільший вміст хрому в ґрунтах спостерігається в межах рН 3.0-4.5 кислих водних розчинів. У вертикальному розрізі ґрунтів найбільші його значення зареєстровано в нижній частині ґрунтового профілю.

## Висновки

Незалежно від виду кислотних дощів протягом 3-х років дослідження реакція верхніх шарів ґрунтів перемістилася на 0,2 до 0,8 одиниці в кислотному напрямку. Вид кислотного впливу не мав великого значення для зростання закислення ґрунтів. Виразне закислення ґрунтів спостерігається на глибині до 20 см протягом 3 років дослідження. Нижче цього рівня не відзначено видимих змін реакції ґрунтів.

Вміст азоту в ґрунтах збільшується зі зростанням кислотності штучних кислотних дощів, вміст вуглецю збільшується при зниженні рН. Вміст натрію і кальцію зростає з глибиною і особливо – при застосуванні для підливання суміші сірчаної і азотної кислот.

Не відзначено виразного впливу зростаючого закислення ґрунтів на вміст кальцію і магнію. Найбільший вміст мікроелементів (крім міді, нікелю і хрому) виявлено при підливанні ґрунтів кислотними дощами з рН в межах 2.5-3.0. Вплив кислотних дощів на розміщення міді, нікелю і хрому в межах ґрунтового профілю не спостерігається.

## Література

1. Oßwald W.F. 1987. Vergleichende Untersuchungen der Fichtenerkrankungen in den bayerischen Mittelgebirgen. In: Allgemeine Forst Zeitschrift. 27/28/29. – P. 693-723.
2. Tamm C. 1989. Comparative and Experimental Approaches to the Study of Acid Deposition Effects on Soils as Substrate for Forest Growth. Ambio. XVII. 3. 184-191.
3. Ulrich B. 1982. Lässt sich Schädigung beweisen. Sonderheft der LÖLF. Mitteilungen 1982. Recklinghausen. 9-11.
4. Prusinkiewicz Z., Kwiatkowska A., Pokojka U. 1987. Wstępne wyniki badań nad warunkami rozwoju sadzonek sosny, dębu i brzozy na trzech różnych glebach poddanych działaniu symulowanych kwaśnych deszczów. B: Wpływ przemysłowego zanieczyszczenia powietrza i innych polutantów na las. Warszawa. SGGW-AR. 153-170.
5. Smith R.A. 1872. Air and rain; The beginning of chemical climatology. Longmans, Green, London.

УДК 630\*44:632.4:630\*:582.475[477.41]

Аспір. Н.В Максимчук\* –

Національний аграрний університет

### ІНФЕКЦІЙНІ ЦИКЛИ РОЗВИТКУ ЗБУДНИКІВ ДИТЯЧОЇ ХВОРОБИ СІЯНЦІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ТА ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ВІД НИХ У ТИМЧАСОВИХ РОЗСАДНИКАХ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ

Висвітлено біологічно особливості збудників дитячої хвороби сіянців сосни звичайної, розвиток хвороби та наслідки зараження. Обґрунтовано необхідність проведення профілактичних та винищувальних заходів захисту.

**Ключові слова:** Збудники дитячої хвороби, сіянці сосни звичайної, ураженість, шкідливість, заходи захисту, тимчасові розсадники.

*Doctorate N.V. Maksimchuk – National Agricultural University*

### Infectious cycles of development of exciters fusarium disease of seedlings of Scots pine, measures of protect from it in temporary nurseries of Kiev Polissya

In the article the biological features of exciters of consisting of seedlings of Scots pine are showed, and development of illness and consequences of infection. It is resulted to the ground necessity of conducting of prophylactic and destructive measures of protect.

**Keywords:** Exciters of consisting, seedlings of Scots pine, staggered, harmfulness, measures of protect, temporary nurseries.

Молоді рослини, які вирощуються в розсадниках, дуже чутливі до дії несприятливих умов навколишнього середовища і сприйнятливі до інфекційних збудників хвороб, незначне їх ураження може призвести до їх усихання, зниження стійкості до шкідників і паразитарних факторів та відмирання. Неінфекційні хвороби сіянців принципово відрізняються від інфекційних, характеризуються відсутністю збудника і викликаються абіотичними факторами навколишнього середовища (несприятливих ґрунтових умов, нерівномірного внесення добрив тощо). Досить часто спостерігається обмеженість несприятливого фактору і хвороба не поширюється за межі його впливу [8]. До інфекційних відносять хвороби спроможні передаватися від рослини до

\* Наук. керівник: проф. А.В. Циліурик, д-р біол. наук – НАУ