

Установлены методические особенности разделения мортмассы лесных экосистем по основным компонентам и классам деструкции в зависимости от пространственного размещения, размера и качественного состояния. Обработаны теоретико-методологические и методические основы оценки физических показателей крупного и мелкого древесного детрита в лесных экосистемах. Сделан анализ установленных закономерностей накопления мортмассы в лесных экосистемах. Проанализировано значение комплексной оценки мортмассы лесов в решении проблемы исследования биопродуктивности, биоразнообразия и углеродного цикла лесных экосистем.

Ключевые слова: мортмасса, крупный древесной детрит, сухостой, валеж, лесная подстилка, лесные экосистемы.

Volodimirenko V.M., Kotlyarevska U.M., Surai V.A., Klochko V.M. Mortmass of Forest Ecosystems in the Modern Eco-Resource Dimension

Methodological features of mortmass division of forest ecosystems are established for the main components and classes destruction depending on the spatial distribution, size and quality condition. Some theoretical and methodological foundations and methodological assessment of physical indicators of coarse and fine woody debris in forest ecosystems are processed. The analysis of established patterns of accumulation of mortmass in forest ecosystems is made. Complex evaluation of forest mortmass in solving the problem of research of the biological productivity, biodiversity and the carbon cycle of forest ecosystems were analyzed.

Keywords: mortmass, coarse woody debris, snags, logs, forest litter, forest ecosystems.

УДК 630*[618+ 233]:631.618

ВПЛИВ РОСЛИННОСТІ НА ПЕРЕРОЗПОДІЛ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ТА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ТЕХНОЗЕМАХ ЯВОРІСЬКОГО СІРЧАНОГО КАР'ЕРУ

М.Л. Копій¹, Л.І. Копій²

Проаналізовано ґрунтово-кліматичні умови регіону досліджень. Відзначено негативний вплив збільшення площі сільськогосподарських угідь у структурі ландшафтів Надсанської низовини. Досліджено особливості порушення ґрунтів під час видобутку сірки. Оцінено роль Балтійсько-Чорноморського регіону у формуванні стабільної екологічної ситуації приток Вісли і Дністра. Проаналізовано вплив рослинних асоціацій на відтворення ґрунтів Яворівського сірчаного кар'єру. З'ясовано роль деревних порід у нагромадженні та перерозподілі органічних, хімічних елементів, показників кислотності у сформованих техноземах. Встановлено позитивну тенденцію у нагромадженні та перерозподілі гумусу, азоту та кислотності у різних прошарках ґрунту на дослідних об'єктах.

Ключові слова: ґрунтово-кліматичні умови, рослинні асоціації, органічні та хімічні речовини, технозем.

Вступ. Освоєння земель, порушених під час видобутку мінеральних речовин, часто супроводжується значними труднощами і, як правило, неможливе без рекультивації. Процес рекультивації спрямований на відтворення продуктивності і господарської цінності порушених земель, а також на покращення умов навколишнього середовища.

Процес відновлення продуктивності рекультивованих земель для їх подальшого використання у сільському та лісовому господарстві належить до бі-

ологічного етапу рекультивації і передбачає внесення органічних та мінеральних добрив, хімічну меліорацію, посів сільськогосподарських культур, садіння лісу та інші роботи. Біологічну рекультивацію здійснюють шляхом підбору асортименту трав'яних рослин та деревно-чагарникових порід відповідно до сформованих ґрунтів та лісорослинних умов. На продуктивних гірських породах можливе створення лісових насаджень з піонерних або інтродукованих з інших районів і континентів видів. Втручання людини у природний процес відтворення девастованих ландшафтів дає змогу пришвидшити і змінити хід формування природної рослинності [4].

Регіон досліджень розташований у західній частині Львівської обл. на території Розточанського р-ну, який простягається від кордону з Польщею до Львова смугою (до 40 км) пагорбів, висотою (від 100-120 до 400 м н.р.м.), що розділяють Малополицьку низовину та Надсанську долину. Система гряд і понижень Розточчя проходить поблизу Яворова, тут значно нижчі абсолютні висоти, що впливає не тільки на видовий склад рослинного покриву, його продуктивність, а й на характер розповсюдження. Клімат району помірно вологий і має характерні ознаки перехідного від вологого атлантичного до континентального типу. Кількість опадів тут сягає 650-700 мм на рік. Середня річна температура повітря становить 7,4 °С, вегетаційний період триває в середньому 210 днів. Часто спостерігаються пізні весняні заморозки, що завдає великої шкоди як сільському, так і лісовому господарству.

Надсанська долина, в межах якої видобували сірку, характеризується добре розвиненими заплавами річок та прохідними долинами. Абсолютні висоти місцевості значно нижчі порівняно з Розточчям і становлять переважно 250-260 м н.р.м. Рельєф району рівнинний, слабохвилястий. Долини річок заболочені. Східна межа Надсанської долини проходить далі вздовж лінії Городок – Комарно, повертаючи на північний захід по долині р. Вишні в напрямку Коропуж – Градівка – Судова Вишня – Твіржа – Черневе. Північно-східна межа округу чітко виділяється за початком витоку річок басейну річки Сан. Територіально цей підрайон, за фізико-географічним районуванням, віднесено до району Розточчя, за лісорослинним районуванням відповідає частково Надсанській низовині, за геоботанічним – в основному Яворівському р-ну, а за лісокліматичним – Придністерському лісокліматичному району.

Відмінності в рельєфі зумовили і дещо інші кліматичні характеристики в межах цього підрайону. Так, дещо м'якшою, порівняно з Розточчям, є зима (температура січня -3,8-4 °С), дещо теплішим у цих умовах є літо (температура липня +18,0-18,6 °С). Помітно меншою є середньорічна кількість опадів (690-790 мм), а також кількість опадів протягом вегетаційного періоду, що зумовлено передусім меншими абсолютними висотами аналізованої території. Помітно нижчим є показник вологості клімату. Показники із середньодобовою температурою понад 10 °С за кількістю днів (158-159), понад 15 °С (98-102) та сумою позитивних добових температур більше 10 °С (2470-2515), більше 15 °С (1765-1795) є вищими, ніж аналогічні дані для району Розточчя. Значно вищою (на 20 днів) є середня тривалість безморозного періоду (165 днів). Пізніше настають перші осінні заморозки. Дещо більшою є тривалість вегетаційного періоду [3].

¹ аспір. М.Л. Копій – НЛТУ України, м. Львів;

² проф. Л.І. Копій, д-р с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

У ґрунтовому покриві району переважають різні підтипи дерново-опідзолених ґрунтів. Долини річок зайняті переважно дерновими ґрунтами. Найвищі точки вододілів займають світло-сірі опідзолені ґрунти. У місцях видобутку сірки ґрунтовий покрив представлений типовими лісостеповими ґрунтами: світло-сірими, сірими і темно-сірими, а також опідзоленими чорноземами.

Інтенсивний розвиток сільського господарства в межах Розточанського р-ну (сільськогосподарська освоєність – 57,9 %), складний рельєф місцевості та наявність високопродуктивних, нестійких ґрунтів сприяли розвитку ерозійних процесів. Істотно знижена лісистість Розточчя, яка на цей час сягає 16,8 %, що значно нижче від потрібної для цього району, де беруть свій початок притоки Дністра та Вісли – найбільші ріки Чорноморського та Балтійського водозборів. Ліси району виконують важливу ґрунтозахисну та водорегулятивну роль. Головною та панівною деревинною породою тут є сосна звичайна, яка формує змішані лісостани за участю дуба звичайного та бука лісового.

Відповідно до ролі, яку повинен відігравати район у формуванні стабільної екологічної ситуації, в межах значного за площею Балтійсько-Чорноморського регіону, тут доцільно надати перевагу агролісовому типу функціонального призначення, який передбачає пріоритетний розвиток лісового господарства (збільшення площі лісів, розширення площі заповідних територій, зменшення інтенсивності лісозаготівель, розширення площі об'єктів природно-заповідного фонду та об'єктів рекреаційного значення). Відповідно до передбачених завдань, у районі потрібно надавати перевагу формуванню лісових ландшафтів. Збільшення лісистості потрібно проводити шляхом заліснення низькопродуктивних, еродованих, ерозійно небезпечних та рекультивованих земель. Найбільшу увагу доцільно надавати залісненню вершин пагорбів, берегів річок, долин та створенню лісових ґрунтозахисних смуг на території агроландшафтів, з метою зменшення інтенсивності ерозійних процесів.

Об'єкти і методики. Для оцінення особливостей впливу рослинності на формування ґрунтів (техноземів) у межах Яворівського сірчаного кар'єру, проводили закладку стаціонарних дослідних об'єктів на ділянках з різною інтенсивністю відновлення рослинності. Дослідні об'єкти зосередили: на місці підземного видобування сірки № 1, де появляється підріст берези; де появляється підріст берези разом із сосною; де штучно створено соснове насадження, на луці поза межами видобутку сірки та на рекультивованій території з різною інтенсивністю заростання трав'яними рослинами. Другий дослідний об'єкт розташували поблизу підземного видобування сірки № 2, де відновились зарості трав'яних рослин з окремими екземплярами сосни звичайної на не рекультивованій ділянці; на луці; та у штучно сформованому сосновому лісостані. Третій дослідний об'єкт заклали у південній частині кар'єру біля дамби, де збереглися окремі екземпляри штучно висадженої берези повислої; на ділянці, де збереглися поодинокі екземпляри сосни звичайної; та на ділянці із заростями очерету.

Унаслідок проведених досліджень встановлено, що сформовані ґрунтові горизонти є нетиповими для існуючих природних умов. Простежено нехарактерну шаруватість, яка типова для рекультивованих та перемішаних ґрунтів. На

підставі цього, досліджені ґрунти віднесено до типу техноземів. Також здійснено низку лабораторних аналізів за загальноприйнятими у ґрунтознавстві методиками [1, 2], на підставі яких визначено основні хімічні показники ґрунту на глибині до 40 см у кожному 10-сантиметровому шарі технозему: вміст гумусу в ґрунті, актуальну кислотність, нітратні форми азоту, рухомі форми фосфору, калію та інших елементів.

Внаслідок заростання техноземів трав'яною рослинністю, чагарниками та деревними породами істотно змінились мікрокліматичні умови. Під впливом зміни сонячної інсоляції, температурних показників повітря і поверхні ґрунту, вологості, інтенсифікувались процеси розкладу органічного опаду. У процесі життєдіяльності рослин активізувались різноманітні обмінні реакції, що мало істотний вплив на вміст хімічних елементів ґрунту та їх органічного складника [5-7].

Результати дослідження. Проведені дослідження дають змогу простежити динаміку перерозподілу органічних речовин та хімічних елементів вздовж ґрунтового профілю на різних секціях досліді. Враховуючи те, що до появи рослинних угруповань на всіх секціях експерименту, вміст органічних речовин та хімічних сполук був ідентичним, то аналіз вмісту органіки та інших елементів в межах 10-сантиметрових прошарків ґрунту на ділянках з різною стадією заростання рослинами, дасть змогу проаналізувати їх вплив на перерозподіл аналізованих елементів (рис. 1).

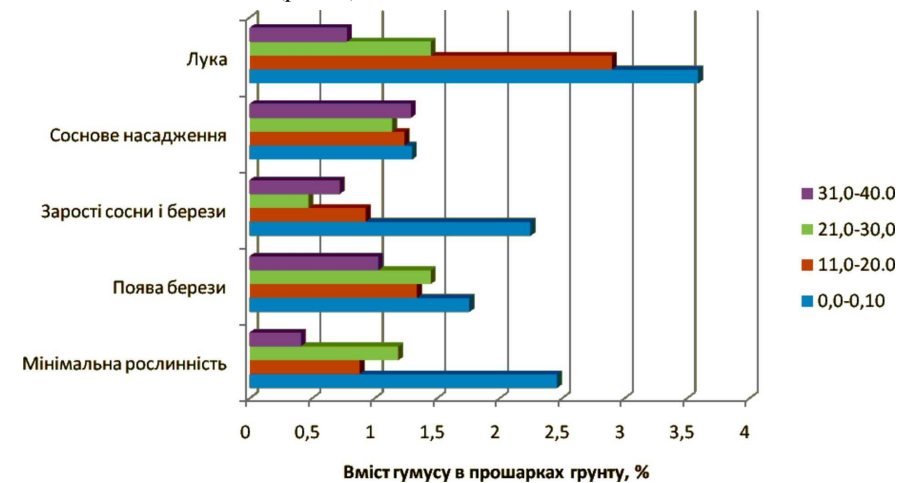


Рис. 1. Вміст гумусу вздовж профілю ґрунту на секціях досліді біля підземного видобутку сірки № 1

Відповідно до проведених досліджень встановлено, що найінтенсивніше нагромаджується гумус у верхньому 10-сантиметровому прошарку ґрунту (техноземі) на луці. Дещо менше його нагромаджується в аналізованому прошарку на ділянці з мінімальною зімкнутістю трав'яної рослинності. Дещо іншу тенденцію встановлено у нагромадженні гумусу у прошарках ґрунту від 11,0 до 30,0 см. Зокрема, найбільший вміст гумусу виявлено в аналізованих прошарках

на ділянці з лучною рослинністю та на секції з появою берези повислої, а найменше нагромаджується гумус на ділянці з появою берези і сосни та в межах штучно створеного соснового насадження. У прошарку ґрунту від 31,0 до 40,0 см найбільший вміст гумусу нагромаджується на секції зі штучно створеним сосновим насадженням.

Дещо менше в межах аналізованого горизонту нагромаджується гумусу на ділянці з появою берези. Ця особливість свідчить про важливу роль у перерозподілі гумусу корневими системами деревних порід, які з'являються на порушених землях. За результатами дослідження у межах підземної видобутки сірки № 2 встановлено, що найбільший вміст гумусу тут характерний на ділянці зі штучно створеним лісовим насадженням. Значно менше нагромаджується гумусу на ділянках з мінімальною рослинністю та на луці (рис. 2).

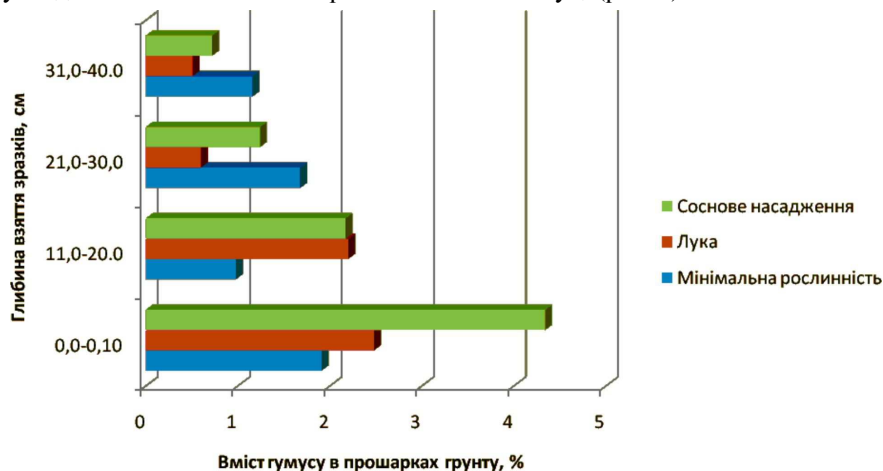


Рис. 2. Вміст гумусу в межах виділених горизонтів ґрунту на дослідних секціях підземного видобутку сірки № 2

Ще одну особливість перерозподілу гумусу вздовж сформованого профілю технозему виявлено на ділянці, розташованій у південній частині Яворівського сірчаного кар'єру біля дамби (рис. 3). Зокрема, найінтенсивніше нагромаджується гумус у верхньому 10-сантиметровому прошарку ґрунту на ділянці із заростями берези та очерету. У прошарку ґрунту від 11,0 до 20,0 см, найбільший вміст гумусу характерний на секції із заростями очерету.

З'ясовано, що значне розростання трав'яної рослинності та поява деревних видів на секціях досліді сприяє зменшенню вмісту азоту у ґрунті (рис. 4). Найбільший вміст азоту виявлено у 10-сантиметровому прошарку ґрунту на ділянці з мінімальною участю трав'яних рослин. Найменший вміст азоту зафіксовано у різних прошарках ґрунту на ділянках з появою берези повислої та в межах штучно створеного соснового насадження. Виявлено закономірність, за якої вміст аналізованого елемента зростає від поверхні ґрунту до глибини 31,0-40,0 см.

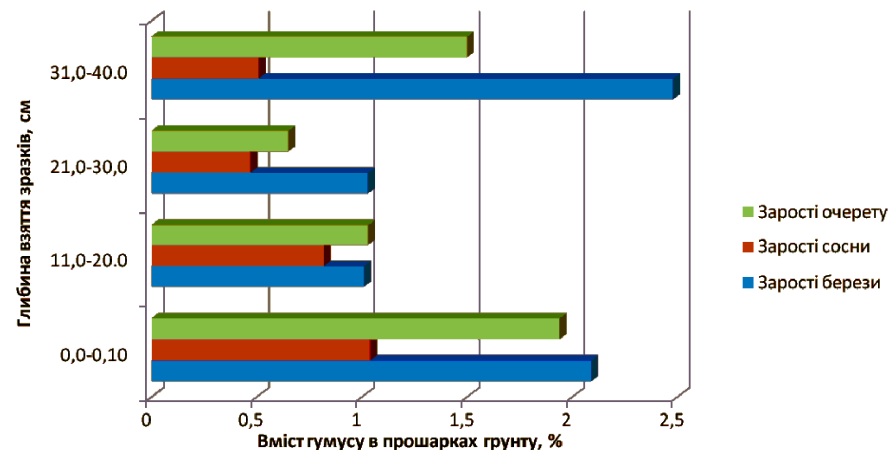


Рис. 3. Вміст гумусу вздовж профілю ґрунту на дослідних секціях Яворівського ДГХП "Сірка" біля дамби

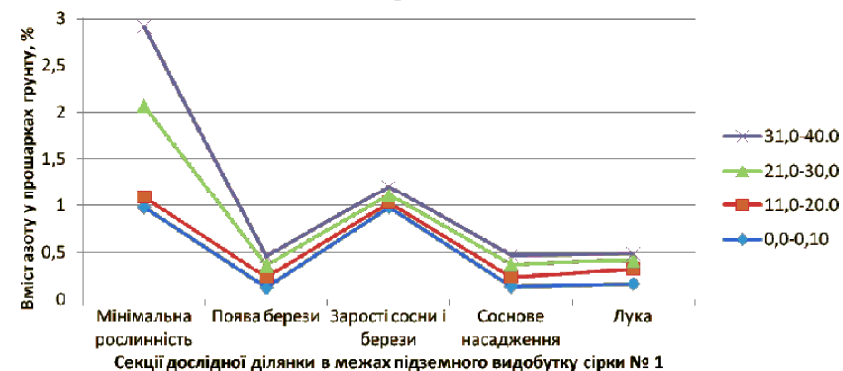


Рис. 4. Вміст азоту у різних прошарках ґрунту на дослідних секціях підземного видобутку сірки № 1

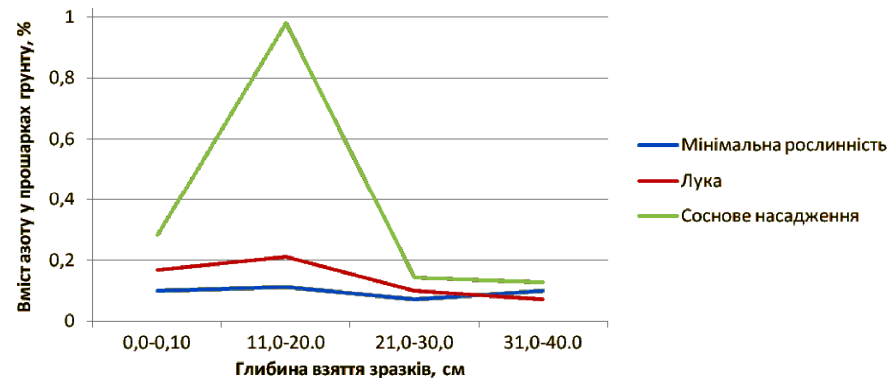


Рис. 5. Вміст азоту у різних прошарках ґрунту на дослідних секціях підземного видобутку сірки № 2

Істотне зростання вмісту азоту у всіх прошарках ґрунту встановлено на секції, де розпочався процес формування мішаного березово-соснового насадження. Значно змінюється вміст азоту на дослідних секціях у межах підземної видобутки сірки № 2 (рис. 5).

Встановлено найбільше нагромадження аналізованого елемента на різних прошарках ґрунту в сосновому насадженні. Найпомітніше зростання вмісту азоту тут виявлено у прошарку ґрунту від 11,0 до 20,0 см. Дещо менше його нагромаджено на ділянці з лучною рослинністю і найменше – за мінімальної зімкнутості трав'яного покриву.

Подібну тенденцію встановлено у нагромадженні азоту на секціях дослідної ділянки у південній частині кар'єру біля дамби (рис. 6).

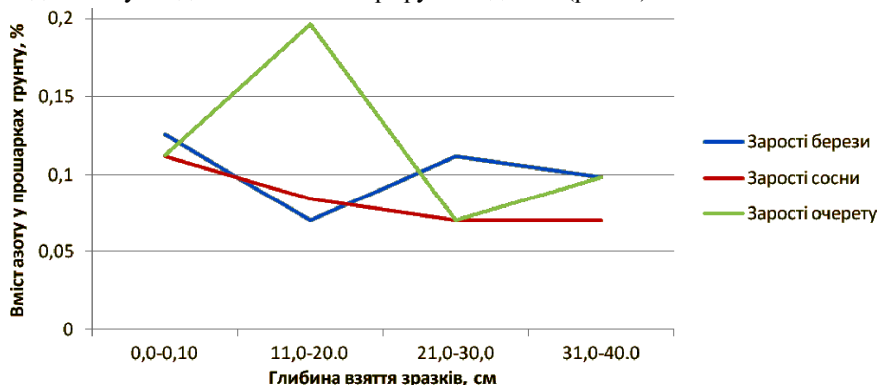


Рис. 6. Вміст азоту у різних прошарках ґрунту на дослідних секціях Яворівського ДГХП "Сірка" біля дамби

Відповідно до отриманих даних можна зазначити, що на ділянці з біогрупою сосни звичайної відбувається поступове зменшення вмісту азоту в аналізованих прошарках із збільшенням глибини взяття проб. Подібну тенденцію встановлено на ділянці із біогрупою берези, де найістотніше зменшення вмісту азоту зафіксовано у прошарку ґрунту на глибині від 11,0 до 20,0 см. На ділянці із заростями очерету встановлено значне зростання вмісту азоту у прошарку ґрунту від 11,0 до 20,0 см, з подальшим його зменшенням у смuzі від 21,0 до 30,0 см.

Особливу роль у формуванні умов для існування рослин і доступності для них поживних речовин відіграє кислотність ґрунту (рис. 7). Крайні показники кислотності (понад 9,0) та (нижче 4,0) створюють несприятливі умови для існування рослин. Встановлено, що за показником кислотності ґрунту найбільш несприятливі умови сформувались на ділянці з мінімальною рослинністю, де кислотність $pH_{(KCl)}$ у верхньому (від 0,0 до 10,0 см) прошарку ґрунту становить 4,0. Покращується цей показник в аналізованому горизонті ґрунту на ділянці з появою в рослинному покриві берези повислої, берези і сосни, на луці та у створеному сосновому насадженні. Загалом встановлено, що формування рослинних асоціацій за участю деревних видів має позитивний вплив на зменшення кислотності у всіх прошарках ґрунту в межах цього дослідного об'єкта.

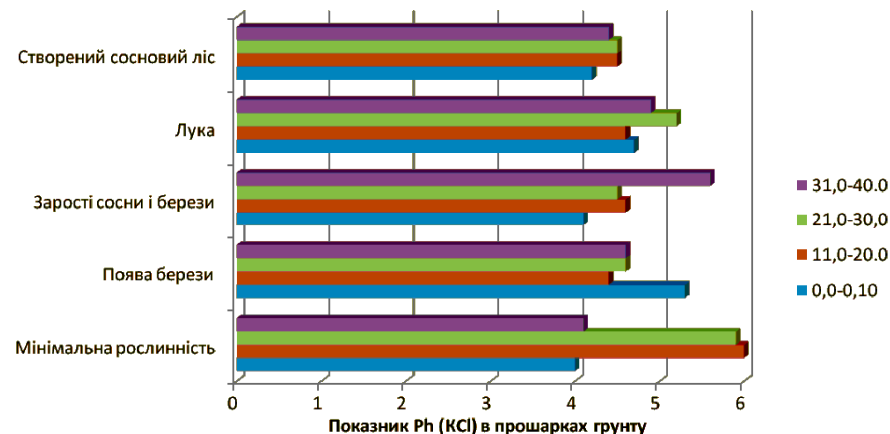


Рис. 7. Показник кислотності $pH_{(KCl)}$ у різних прошарках ґрунту на дослідних секціях підземного видобутку сірки № 1

Подібну тенденцію простежено на ділянці в межах підземного видобутку сірки № 2 (рис. 8). Встановлено, що на території дослідного об'єкта найбільш сприятливі умови за кислотністю ґрунту сформовані на секції з лучною рослинністю, де показник кислотності ґрунту $pH_{(KCl)}$ у всіх аналізованих горизонтах сягає понад 5,0. Дещо іншу особливість виявлено на секціях з мінімальною рослинністю та в межах штучно створеного соснового насадження. Виявлено, що мінімальний показник кислотності $pH_{(KCl)}$ від 4,1 до 4,5 тут характерний для всіх аналізованих прошарків ґрунту. Вважається, що складніші умови за кислотністю ґрунту формуються у чистому сосновому насадженні, що зумовлено значним підкислювальним впливом лісової підстилки.

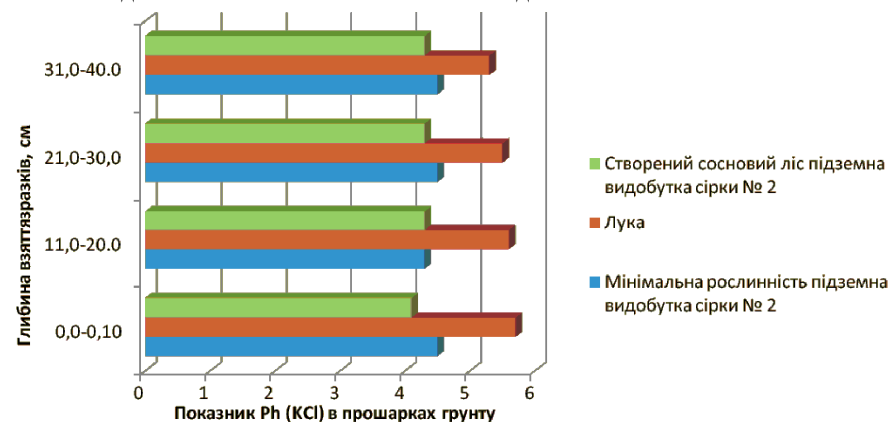


Рис. 8. Показник кислотності $pH_{(KCl)}$ у різних прошарках ґрунту на дослідних секціях підземного видобутку сірки № 2

Проведені дослідження, на ділянках у південній частині сірчаного кар'єру біля дамби, дали змогу відзначити досить високі показники кислотності $pH_{(KCl)}$,

які в межах поширення очерету у 10-сантиметровому прошарку сягають показника понад 7,0 (рис. 9).

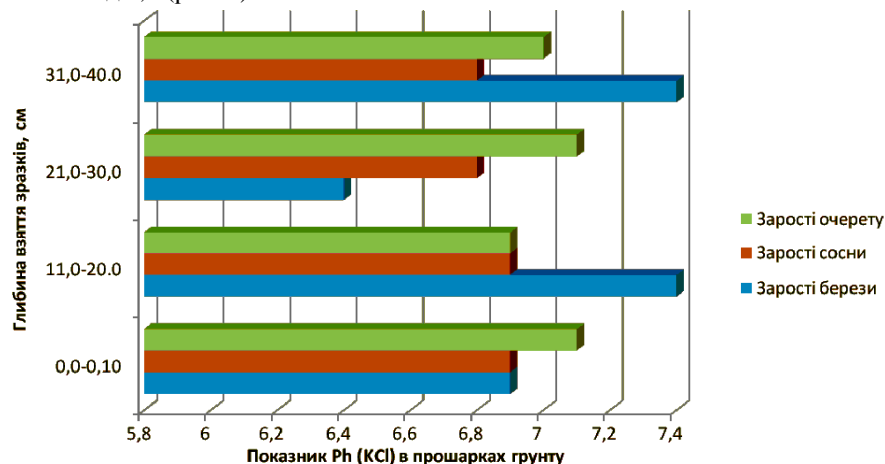


Рис. 9. Показник кислотності рН_(КСl) у різних прошарках ґрунту на дослідних секціях Яворівського ДГХП "Сірка" біля дамби

Ще вищими ці показники є у прошарку ґрунту від 11,0 до 20,0 см і сягають близько 7,4 на секції з поширенням біогруп берези повислої. Найнижчим показником кислотності відзначаються ґрунти на секції з поширенням біогруп сосни звичайної. Так, у верхньому прошарку ґрунту цей показник становить 7,1, знижуючись до 6,9 у горизонті від 11,0 до 20,0 см. Аналіз показника кислотності на цьому дослідному об'єкті дав змогу встановити істотний вплив деревних порід (сосни звичайної та берези повислої) на його зниження у верхньому прошарку ґрунту, що створює сприятливі умови для росту і розвитку різних рослинних угруповань.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що внаслідок формування різноманітних рослинних асоціацій, на ґрунтах, порушених внаслідок видобування сірки, відбувається активізація обмінних процесів, нагромадження та перерозподілу органічних сполук та хімічних елементів, кислотності ґрунту вздовж його профілю. З'ясовано, що зростання біорізноманіття рослинних угруповань сприяє накопиченню гумусу та його перерозподілу вздовж профілю ґрунту. Найінтенсивніше нагромаджується гумус у верхньому 10-сантиметровому прошарку ґрунту (технозему) на ділянці з лучною рослинністю. Дещо менше його нагромаджується в аналізованому прошарку ґрунту з мінімальною зімкнутістю трав'яного покриття. Чітко простежено тенденцію до зростання вмісту органіки у прошарку ґрунту від 31,0 до 40,0 см на секціях зі штучно створеним сосновим насадженням та з появою у складі рослинних угруповань деревних порід (берези повислої та сосни звичайної).

Найбільший вміст азоту виявлено у 10-сантиметровому прошарку ґрунту на ділянці з мінімальною участю трав'яних рослин. Зменшення вмісту аналізованого хімічного елемента зафіксовано у різних прошарках ґрунту на ділянках з появою берези повислої та в межах штучно створеного соснового насадження.

Простежено закономірність до зростання вмісту азоту від поверхні ґрунту до глибини 31,0-40,0 см на секціях з участю деревних порід. Характерним є зростання вмісту цього елемента у всіх прошарках ґрунту на секції, де розпочався процес формування мішаного березово-соснового насадження. Найістотніше нагромадження азоту зафіксовано у різних прошарках ґрунту на секції з сосновим насадженням.

Встановлено, що за показником кислотності ґрунту найбільш несприятливі умови сформувались на ділянці з мінімальною рослинністю, де кислотність рН_(КСl) у верхньому (від 0,0 до 10,0 см) прошарку ґрунту становить близько 4,0. Позитивний вплив на формування оптимального показника кислотності у верхньому прошарку ґрунту має поява у складі рослинних угруповань берези повислої та сосни звичайної. Найбільш сприятливі умови за кислотністю ґрунту сформовані на секції з лучною рослинністю, де цей показник у всіх аналізованих горизонтах змінюється в межах понад 5,0. Встановлено, що на ділянці зі штучно створеним чистим сосновим насадженням характерним є низький показник кислотності рН_(КСl) від 4,1 до 4,5, який спостерігається у всіх прошарках ґрунту і зумовлений істотним підкислювальним впливом лісової підстилки.

Література

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Бомба М.Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології / М.Я. Бомба, Г.Т. Періг, С.М. Рижук, І.В. Мартинюк, В.П. Патица. – К. : Вид-во "Либідь", 2003. – 250 с.
3. Генсірук С.А. Ліси України / С.А. Генсірук. – Львів : Вид-во "Світ", 2002. – 496 с.
4. Высоцкий Г.Н. Учение о влиянии леса на изменение среды его произрастания и на окружающее пространство. (Учение о лесной пертиненции): Курс лесоведения / Г.Н. Высоцкий. – М.-Л. : Изд-во "Гослесбумиздат", 1950. – Ч. II. – 104 с.
5. Копій М.Л. Аналіз морфологічної структури та хімічного складу порушених ґрунтів у межах Новороздільського ДГХП "Сірка" / М.Л. Копій, С.Б. Марутяк, Л.І. Копій // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2016. – Вип. 26.4. – С. 212-219.
6. Мигунова Е.С. Лесоводство и почвоведение (исторические очерки) / Е.С. Мигунова. – М. : Изд-во "Экология", 1994. – 216 с.
7. Роде А.А. Почвоведение / А.А. Роде, В.Н. Смирнов. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1972. – 480 с.

Надійшла до редакції 10.08.2016 р.

Копій М.Л., Копій Л.І. Влияние растительности на перераспределение органических веществ и химических элементов в техноземах на территории Яворовского серного карьера

Проведен аналіз ґрунтово-кліматических умов регіону досліджуваних. Отмечено негативное влияние в увеличении площади сельскохозяйственных угодий в структуре ландшафтов в пределах Надсянської низменности. Исследованы особенности нарушения почв при добыче серы. Оценена роль Балтийско-Черноморского региона в формировании стабильной экологической ситуации в пределах водосбора притоков Вислы и Днестра. Проанализировано влияние растительных ассоциаций на восстановление почв в пределах Яворовского серного карьера. Отмечены особенности влияния древесных пород на накопление и перераспределение органических, химических элементов и кислотности в сложившихся техноземах. Установлена положительная тенденция в накоплении и перераспределении гумуса, азота и кислотности в различных слоях почвы на исследовательских объектах.

Ключевые слова: почвенно-климатические условия, растительные ассоциации, органические и химические вещества, технозем.

Kopiy M.L., Kopiy L.I. The Influence of Vegetation on Redistribution of Organic Substances and Chemical Elements in Technogenic Soils on Yavoriv Sulphuric Quarry Territory

The analysis of soils and climatic conditions of research region is conducted. The negative impact of agricultural lands increasing within the limits of Nadsyanska lowlands is noted. The features of soils violation are investigated during the sulphur extraction. The role of the Baltic-Black Sea region in the formation of a stable ecological situation within the watershed tributaries of the Vistula and Dnister is evaluated. The influence of plant associations on restoration of soils within the limits of Yavoriv sulphuric quarry is analyzed. The features influence of tree species on the accumulation and redistribution of organic, chemical elements and acidity in generated technogenic soils is noted. A positive trend in the accumulation and redistribution of humus, nitrogen and acidity in the different layers of soil on research objects is established.

Keywords: soils and climatic conditions, plant associations, organic and chemical elements.

УДК 581.33:582.[52+475.4](477.62)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННОЙ СРЕДЫ КРИВОРОЖЬЯ НА КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ *PINUS SYLVESTRIS* L. И *P. PALLASIANA* D. DON

*Е.В. Лаптева*¹

Изучено качество пыльцы растений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны крымской (*P. pallasiana* D. Don), произрастающих на железорудном отвале, вблизи крупного металлургического комбината, в дендрарии ботанического сада Кривого Рога, в сравнении с растениями, где отсутствует загрязнение среды. Жизнеспособность пыльцы во всех насаждениях была высокой. Установлено, что у растений сосны обыкновенной криворожских насаждений доленое участие пыльцы с отклонениями в развитии выше в 3-4 раза, с аномалиями пыльцевых трубок проросшей пыльцы – в 5-30 раз, а у сосны крымской – в 1,5-3,0; 3,5-11,5 раза, соответственно.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, *P. pallasiana*, пыльца, пыльцевая трубка, аномалии, Криворожье.

Введение. Загрязнение окружающей среды в крупных промышленных регионах, таких как Криворожье, является экологически действенным фактором для многих живых организмов. В этом регионе на относительно небольшой площади сосредоточено пять крупнейших в Европе горнодобывающих и перерабатывающих железную руду комбинатов, а также мощный металлургический завод. В результате их деятельности в атмосферу выбрасываются сотни тысяч тонн токсичных газов, аэрозолей и пыли (в 2006 г. валовый объем выбросов составил 577 тыс. т), а добыча руды приводит к отсыпке вскрышных пород в отвалы, занимающие 7 тыс. га [7]. Высаживаемым на этих отвалах и возле промышленных производств древесным растениям приходится в ходе онтогенеза приспособляться к влиянию неблагоприятных природно-климатических условий Степной зоны и действию загрязнителей воздуха и почвы. Влияние стрессовых условий окружающей среды на древесные растения нередко опре-

деляют по изменению их репродуктивных показателей [2, 14]. Для биоиндикационной оценки состояния среды и самих растений, а чаще всего это хвойные, используют показатели качества их пыльцы [11, 15]. Так, например, в ходе 10-летних исследований четырех насаждений *Pinus sylvestris* в городе Красноярске, установлено, что аэрополлютанты оказывают значительное влияние на морфометрические характеристики пыльцы, ее жизнеспособность, способствуют возрастанию количества аномалий пыльцевых зерен и трубок [10]. Снижение качества пыльцы хвойных в техногенных условиях приводит к потере урожая шишек, понижению семенной продуктивности и качества семян хвойных [3, 9]. В ряде исследований допускается, что климатические и географические факторы могут оказывать более сильное влияние на генеративную сферу хвойных, чем техногенно загрязненная среда [1, 8].

Цель исследований – сравнительный анализ качества пыльцы *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений экологически безопасных районов и техногенно загрязненных территорий Криворожья.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследований использовали пыльцу *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений, произрастающих в дендрарии Криворожского ботанического сада НАН Украины (КБС), вблизи Криворожского металлургического комбината (КМК) и на крупном Первомайском железорудном отвале (ПЖО), а также для *P. sylvestris* из Кременецкого лесничества Тернопольской обл. (КЛ) и *P. pallasiana* из Биосферного заповедника "Аскания Нова" (БЗ).

Растения из Кременецкого лесничества и Биосферного заповедника "Аскания Нова" рассматривали как условно контрольные, так как здесь отсутствует техногенное загрязнение окружающей среды. Растения дендрария КБС в определенной степени испытывают воздействие выбросов крупнейшего Северного горнообогатительного комбината, так как дендрарий расположен в 3 км от этого предприятия.

Пыльцу собирали в период массового пыления. На микропрепаратах определяли морфометрические показатели тела пыльцевого зерна и воздушного мешка, измеряли микрометром их высоту и длину, выявляли спектр и количество аномальных пыльцевых зерен. Содержание крахмала в пыльце определяли в растворе Люголя по интенсивности окрашивания [12]. Жизнеспособность пыльцы устанавливали, прорастив ее в 15 %-ном растворе сахарозы при температуре 26 °С, через 4 дня учитывали число проросших пыльцевых зерен (%). У проросшей пыльцы измеряли длину пыльцевых трубок (мкм).

Просмотр осуществляли с помощью тринокулярного микроскопа XSP-139TP при увеличении 40×10. Для фотографирования препаратов применяли цифровую камеру Canon EOS 350D. Промеры осуществляли на цифровых снимках с помощью программного обеспечения Axio Vision Rel. 4.7. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы "Statistica 6.0"

Результаты и обсуждение. У двух видов сосен наиболее крупной пыльца была у растений с участков, мало тронутых урбанизацией (табл.). У деревьев трех криворожских насаждений морфометрические параметры пыльцы уменьшались по мере усиления воздействия факторов техногенно загрязненной сре-

¹ Ведущий инженер Е.В. Лаптева – Донецкий ботанический сад НАН Украины