

**ВПЛИВ СПОНТАННОЇ СИЛЬВАТИЗАЦІЇ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ЕКСТРАЗОНАЛЬНИХ ЛУЧНО-СТЕПОВИХ
РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ БОТАНІЧНОГО ЗАКАЗНИКА “МАКІТРА”
(НПП “ПІВНІЧНЕ ПОДІЛЛЯ”, УКРАЇНА)**

В. Козловський¹*, Н. Романюк², Р. Юречко³

*¹Інститут екології Карпат НАН України
вул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна
e-mail: vkozlovskyu@gmail.com*

*²Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна*

*³Національний природний парк “Північне Поділля”
вул. Гагаріна, 2-б, с. Підгірці
Золочівського р-ну Львівської обл. 80660, Україна*

Лучно-степові рослинні угруповання природно-заповідних територій НПП “Північне Поділля”, зокрема, заказника “Макітра”, що розташовані поза межами степового поясу, внаслідок зниження господарської діяльності та дії режиму повного заповідання, перебувають під загрозою спонтанного заліснення і можуть втратити своє первинне призначення. Зміни, що супроводжують процес сильватизації, охоплюють усі складові біогеоценозу; в ході деградації трав'яного фітоценозу змінюються морфологічні особливості та фізико-хімічні властивості ґрунту. Ґрунтові розрізи закладали на північно-східному схилі гори Макітра в лучно-степовому угрупованні. Встановлено, що через 12–15 років від початку заліснення сосною звичайною чорнозем під первинним лучно-степовим угрупованням виявляє очевидні ознаки деградації по всій глибині розрізу: (1) деградація горизонту степової повсті (Hc) та дернового горизонту (Hd); (2) пониження глибини рівня карбонатів у профілі на 10–15 см; (3) втрата органічної речовини на 30–50 %; (4) зменшення ємності катіонного обміну на 15–20 %; (5) вилуговування CaCO₃ (>50 % з горизонту H) та інших макро- (K, Na, Mg, Fe, Al) і мікроелементів (Cu, Zn, Mn, Ni, Pb) (до 10–30 %). Інтенсивність процесів вилуговування на момент дослідження залишається високою, про що свідчить вищий вміст аморфних кремнезему, алюмінію та водорозчинного карбону в ґрунті угруповання, який перебуває на стадії заліснення, порівняно з цілиним чорноземом. Отримані результати дають підстави прогнозувати перебіг ґрунтоутвірної процесу від чорнозему типового під цілиним лучно-степовим угрупованням до чорнозему вилуженого (чорнозему лісового за Травлєвим, 2008) у процесі заростання сосною звичайною. В обох випадках ґрунтоутвірний процес ще перебуває в рамках гумусоакумулятивного (дернового) процесу ґрунтоутворення. Однак, зважаючи на виявлену на момент дослідження високу інтенсивність процесів деградації, з'являється ймовірність значного наростання ознак вилуговування, що свідчатиме про вплив на розвиток ґрунтового профілю разом із чорноземним (аккумулятивним) і підзолистого ґрунтоутвірної процесу.

Ключові слова: спонтанне заліснення, лучно-степові рослинні угруповання, чорнозем, сукцесія, ґрунтоутворення

Степова та Лісостепова зони займають більше 70 % території України, а їхня середня розораність становить 75 %, сягаючи на Лівобережжі навіть 90 % [1]. Як наслідок, цілиних степових ділянок, що стали останніми осередками збереження степового біорізноманіття

країни, залишилося не більше 3 % території України [16]. З цієї причини значна кількість степових видів тварин і рослин потрапили до списків Червоної книги України. Залежать від збереження степів 159 із 543 видів тварин і 276 із 826 видів рослин, занесених до Червоної книги України [3, 11]. Як складова частина степових біотопів ці види не можуть існувати в жодному іншому місці. Водночас більшість заповідних територій в Україні зосереджена в Карпатах, Криму та Поліссі. Станом на 2020 рік частка заповідності України становила 6,77 % від загальної площі країни, що значно менше від середньоєвропейського показника у 12–15 % [1]. У контексті сталого розвитку України необхідне збільшення природнозаповідного фонду, з урахуванням наявного не на користь природних степів дисбалансу. Потрібне створення нових і розширення наявних природозаповідних об'єктів з метою збереження й відтворення саме природних степових ландшафтів.

Однак не лише достатня кількість заповідних степових територій є запорукою збереження степового біорізноманіття. Значна кількість природоохоронних об'єктів, метою створення яких було збереження природної лучно-степової рослинності, втрачають своє первинне призначення через процеси спонтанного заліснення, коли внаслідок природних сукцесій відбувається поступове витіснення трав'яних фітоценозів деревними та чагарниковими [5]. Як не дивно, на відміну від недалекого минулого, сприяє цьому в багатьох випадках значне зниження господарської діяльності людини або через введення режиму абсолютного заповідання, або через соціально-економічні причини, коли знижується інтенсивність використання цих територій як пасовищ або сіножатей [3]. Такі зміни відбуваються і на території природоохоронного об'єкта НПП "Північне Поділля" заказника "Макітра". На думку Ю. Р. Шеляг-Сосонка зі співавторами [11, 12], подільські степи мають різне походження. Лучно-степові формації, поширені на Лисій горі, Макітрі, Підлиській і на горі Стінка, є первинними, про що свідчить наявність кількох давніх реліктових видів *Coronilla coronata* L., *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kucz. et Paw., *Daphne cneorum* L. Унікальні екстразональні оселища лучно-степової рослинності опинилися під загрозою зникнення, а разом з ними під загрозою зникнення перебувають і 17 видів рослин, занесених до Червоної книги України [8, 10–12].

Зміна рослинного покриву детермінує зміну фізико-хімічних властивостей ґрунтів уже в короткочасній перспективі та нерідко і зміну напряму розвитку ґрунотвірного процесу загалом [10]. Це може призвести до критичних змін визначальних ґрунтових параметрів, ключових для існування певних видів рослин і рослинних угруповань. Особливо небезпечні такі зміни для реліктових або екстразональних рослинних угруповань, де за сотні або й за тисячі років ізольованого існування в нетипових природних умовах склалася хитка рівновага між фітоценозом і навколишнім середовищем, зокрема, з ґрунтом, який власне і є результатом життєдіяльності цього фітоценозу та умовою його існування. Деградація лучно-степових екстразональних фітоценозів НПП "Північне Поділля" внаслідок спонтанної сільватизації (фактично заміни одного з факторів ґрунотворення – рослинності) може спричинити такі зміни фізико-хімічних параметрів локальних чорноземів, які унеможливають відновлення лучно-степової рослинності на цих територіях у майбутньому.

Побувають суперечливі погляди щодо впливу заліснення на фізико-хімічні властивості й розвиток чорноземів. Одні вважають, що розвиток чорноземних ґрунтів під лісовими насадженнями відбувається за напрямом підзолистого типу ґрунотворення (і тоді це пряма загроза для існування лучно-степових угруповань НПП "Північне Поділля"), а інші – що під лісовими насадженнями деградація чорноземів не відбувається

[4]. З метою з'ясування тенденції розвитку чорноземів під впливом сільватизації на конкретних ділянках, зокрема, заказника "Макітра" заповідного фонду НПП "Північне Поділля", й проводили ці дослідження. Предмет досліджень – фізико-хімічні властивості й мікроелементний склад ґрунтів лучних реліктових степових рослинних угруповань і їхні зміни внаслідок природного заліснення.

Матеріали та методи

Об'єктом досліджень були оселища лучно-степової рослинності у природоохоронних об'єктах НПП "Північне Поділля" в межах заказника "Макітра" (північна частина низькогірного пасма "Вороняки"; 50°02'06" пн. ш., 25°16'01" сх. д.). Предмет досліджень – динаміка змін фізико-хімічних властивостей і елементного складу ґрунтів у процесі спонтанного заростання ділянок лучно-степової рослинності сосною звичайною (*Pinus sylvestris* L.). Мета досліджень – встановити особливості трансформаційних процесів, що виникають у ґрунтах лучно-степових рослинних угруповань під впливом спонтанної сільватизації, виявити тенденції розвитку ґрунтоутвірних процесів у ході спонтанної сільватизації й оцінити ризики для збереження унікальних лучно-степових біогеоценозів у зв'язку з можливими незворотними змінами ґрунту як складової біогеоценозу, що виникають у процесі заростання.

Ґрунтові розрізи закладали на північно-східному схилі гори Макітра в угрупованні ксеромезофільних лучних степів союзу *Cirsio-Brachypodium pinnati* з фрагментами *Festuco-Stipion* (клас *Festuco-Brometea*) і лісостепових галявин союзу *Geranion sanguinei* (клас *Trifolio-Geranietea*) та прилеглий ділянки, де вік спонтанно утвореного угруповання *Pinus sylvestris* L. становив 12–15 років. Зразки ґрунту відбирали відповідно до генетичних горизонтів.

У повітряно-сухих ґрунтових зразках, просіяних крізь сито з діаметром отворів 1 мм, визначали фізико-хімічні показники відповідно до загальноприйнятих методів: ємність катіонного обміну – експрес-методом ЦІНАО для карбонатних, гіпсовмісних і засолених ґрунтів із вмістом органічної речовини не більш ніж 6 %, який ґрунтується на насиченні вбирного комплексу магнієм за допомогою розчину оцтовокислого магнію (0,25 моль/дм³, рН=7,0) з подальшим витісненням увібраного магнію хлористим калієм (0,5 моль/дм³) та на визначенні кількості витісненого магнію, еквівалентного ємності катіонного обміну, комплексонометрично [7]; рН водної витяжки – потенціометрично; валовий вміст органічного карбону – спектрофотометрично [14]; вміст водорозчинного карбону визначали після 30 хв екстракції дистильованою водою (збовтування 30 хв, співвідношення ґрунт-вода 1:10), фільтрування суспензії крізь мембранний фільтр (0,45 мкм), випаровування екстракту на водяній бані з подальшим розчиненням залишку розчином біхромату калію в сірчаній кислоті за [14]; вміст аморфного Fe – у витяжці Честера (150 мл 25 % гідроксиламін гідрохлориду у 350 мл 35 % оцтової кислоти) зі співвідношенням ґрунт-розчин 1:50 після 4 год збовтування; аморфні Si й Al – після екстракції 0,2 N NaOH (співвідношення ґрунт-розчин 1:400, час екстрагування – 24 год) [15, 16] визначали колориметрично у складі комплексів жовтої кремніймолібденової гетерополікислоти ($\lambda=400$ нм) і алюмінію відповідно [19].

Валовий вміст Al, Fe, Mn, Zn, Cd, Pb, Cu, Co, Ni, Na, K, визначали після мінералізації зразків методом сухого спалювання (400–450 °C) з подальшим розчиненням залишку в суміші азотної зі соляною та плавикової кислот [16]. Mn, Fe, Zn, Cd, Pb, Cu, Co, Ni в отриманих екстрактах визначали атомно-абсорбційним методом, Al – з алюмінію, Na, K – методом емісійної фотометрії полум'я [16].

Хімічні аналізи проводили у трьох повторностях. Отримані результати вважали прийнятними за умови різниці отриманих значень не більш ніж 5 %.

Результати і їхнє обговорення

У процесі сільватизації помітні морфологічні зміни верхньої частини ґрунтового профілю. У лучно-степовому угрупованні існує потужний горизонт степової повсті (Hc) – неодмінний атрибут профілю цілинного чорнозему, який дуже фрагментарний на пробній площі з деревною рослинністю або його взагалі немає. Натомість, горизонт підстилки, якого практично немає у лучному угрупованні, стає достатньо потужним і чітко диференційованим на шари різного ступеня розкладання (L, F, H) у сосняку. Гумусовий горизонт у лучному угрупованні складається з двох шарів – верхнього дернового горизонту (Hd), густо пронизаного корінням і кореневищами, та нижнього (H), де кількість коренів різко зменшується. Малопотужний майже мертвий дерновий горизонт усе ще помітний на 10–15-річній стадії заростання сосною. Втрата повстини та дернового горизонту в процесі заростання неминуче призведе до змін водного, температурного й газового режимів цілинного чорнозему. У середній частині ґрунтового профілю сосняка вкраплення CaCO_3 менш потужні й містяться на 10–15 см глибше, порівняно з лучним угрупованням. Тобто вже за морфологічними ознаками ґрунтового профілю помітно, що у процесі заростання відбувається вилуговування карбонату кальцію вниз за профілем.

Разом із морфологічними змінами ґрунтового профілю у процесі заростання змінюються і фізико-хімічні параметри ґрунту (див. таблицю). Найпомітнішою є втрата органічної речовини, вміст якої у ґрунтовому профілі 10–15-річного сосняка вже більш ніж удвічі нижчий, порівняно з ґрунтом лучно-степового угруповання. При цьому частка водорозчинного органічного вуглецю в загальній його кількості також вища в сосновому угрупованні, що свідчить про вищу швидкість деградації органічної речовини, ніж це відбувається у ґрунті лучно-степового угруповання. Тобто дегуміфікація через 10–15 років після початку заростання (на момент відбирання зразків) триває і охоплює не лише верхню частину гумусового горизонту, а й ґрунтовий профіль загалом.

Актуальна кислотність ґрунту на цій стадії заростання ще залишається без істотних змін, що, ймовірно, пов'язано з початково високим вмістом карбонатів і органічної речовини гуматного типу в цілинному чорноземі, які й забезпечують його високу буферність. Однак ця буферність у процесі сільватизації знижується. Про це свідчить значне зменшення ємності катіонного обміну (перш за все як наслідку деградації органічної речовини) та вилуговування з ґрунтового профілю кальцію (рис. 1, 2). Про зростання інтенсивності процесів вилуговування у процесі заростання сосною свідчить також ріст концентрації аморфних форм Si ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) та Al ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) (див. таблицю). Оксид кремнію – стійкий до міграції мінерал, і його концентрація зазвичай мало змінюється у ґрунтовому профілі. Вміст рухомого алюмінію у ґрунтовому розчині перш за все залежить від кислотно-основних умов. Отже, ріст концентрації рухомих форм кремнію і алюмінію (на тлі незмінного рН) відбувається в основному внаслідок розпаду органічної речовини та має біогенне походження. На тлі інтенсифікування процесів вилуговування Si й Al із ґрунтового профілю, внаслідок сільватизації спостерігається також тенденція до збагачення ґрунту алюмінієм, про що свідчать вищі значення молярних співвідношень $\text{SiO}_{2 \text{ аморфний}} / \text{Al}_{2 \text{ аморфний}} \text{O}_{3 \text{ аморфний}}$ (див. таблицю).

Інформативними показниками зміни інтенсивності процесів вилуговування хімічних елементів із ґрунтового профілю є співвідношення валового вмісту елемента до вмісту рухомих форм цього елемента у ґрунті. Коефіцієнти $\text{Al}_{\text{валовий}} / \text{Al}_{\text{аморфний}}$, $\text{Fe}_{\text{валовий}}$

/ Fe_{аморфний} свідчать про відносне збагачення рухомими формами заліза й алюмінію ґрунтового профілю стадії заростання, що, як і попередні показники, є ознакою збільшення інтенсивності вилуговування цих елементів у процесі сільватизації.

Фізико-хімічні властивості ґрунтів
(г. Макітра, НПП “Північне Поділля”, Україна; 07.2020)

Глибина, см	Генетичний горизонт	Втрата після спалення		рН (H ₂ O)	Ємність катіонного обміну	Al	Si	Fe	С органічний		SiO ₂ / Al ₂ O ₃ аморфний	Al валовий / Al аморфний	Fe валовий / Fe аморфний
		%	мг екв/100 г			аморфний (витяжка 0,1N NaOH) мг/г	аморфний (витяжка Честера) мкг/г	валовий %	водорозчинний % від C _{вал}				
										мг/г			
Сосняк													
0-10	H(d)	13.20	7.97	33	0.70	0.88	352	2.38	6.05	1.4	36	12	
10-20	H	9.02	8.06	21	1.04	1.20	376	1.96	8.21	1.3	28	10	
20-30	H	8.00	7.91	21	1.25	1.44	400	2.13	5.38	1.3	25	10	
30-40	H	8.13	8.15	20	1.11	1.28	315	2.24	5.84	1.3	25	15	
40-50	Hpk	7.81	8.21	21	1.04	1.12	315	1.95	4.73	1.2	28	17	
50-60	Hpk	6.78	8.21	27	0.90	1.04	315	1.68	6.18	1.3	29	18	
60-70	HPk	5.63	8.21	16	0.83	0.96	339	0.94	15.02	1.3	30	15	
70-80	Pk	2.29	8.19		0.45	0.56	485			1.4	39	4	
Лука													
0-10	Hd	20.20	7.97	36	0.70	0.72	364	6.00	2.78	1.1	45	17	
10-20	H	16.34	7.97	28	0.83	0.88	339	5.06	3.02	1.2	33	15	
20-30	H	15.58	7.99	27	0.87	0.78	339	4.69	3.17	0.9	35	15	
30-40	H	12.96	7.99	26	0.83	0.88	352	3.92	4.53	1.2	36	15	
40-50	Hpk	10.10	8.10	27	0.80	0.83	340	3.50	4.20	1.2	37	16	
50-60	Hpk	8.40	8.20	26	0.77	0.80	360	2.70	4.00	1.2	35	15	
60-70	HPk	6.50	8.20	25	0.75	0.85	365	1.00	3.50	1.2	37	14	

Валовий вміст усіх досліджених макро- (Al, Fe, K, Na, Ca, Mg) (рис. 1, 2) та мікроелементів (Mn, Zn, Ni, Pb, Cu) (рис. 3, 4) виявився помітно вищим у лучно-степовому угрупованні. Тобто впродовж відносно нетривалого періоду заростання у 10–15 років відбулася значна втрата накопичених у цілинному ґрунті лучно-степової рослинної формації основних хімічних елементів. Важливим фактором виникнення і розвитку чорнозему є наявність достатньої кількості неорганічного кальцію, який, утворюючи стабільні та малорухомі комплекси з гуміновими кислотами, сприяє накопиченню у ґрунтовому профілі органічної речовини. Крім того, карбонати кальцію є надійним геохімічним бар'єром на шляху вимивання мікро- та макроелементів із ґрунтового профілю. Пониження межі карбонатів кальцію у ґрунтовому профілі та зменшення їхньої концентрації сприяє втратам органічної речовини й хімічних елементів із ґрунтового профілю у процесі заростання. Характер розподілу хімічних елементів у ґрунтовому профілі, незважаючи на їхню значну втрату за період 10–15-річного заростання, за винятком алюмінію, залишається характерним для чорноземів типових – поступове зниження вмісту макро- та мікроелементів у напрямі до материнської породи, тоді як карбонатний профіль (CaCO₃; MgCO₃) має обернений характер із максимумом у материнській породі. На тлі зниження загального вмісту характер розподілу Al у верхній частині ґрунтового профілю стадії заростання сосною помітно відрізняється від характеру розподілу елемента в лучно-степовому угрупованні – лінія

розподілу елемента у процесі заростання є практично дзеркальною щодо первинного лучного угруповання, тобто відбувається інтенсивне виведення Al із верхньої частини ґрунтового горизонту, ймовірно, перш за все, внаслідок деградації дернового горизонту і пов'язаної з ним органічної речовини ґрунту.

Отже, на основі отриманих даних можемо зробити висновок про те, що у процесі заліснення сосною лучно-степового рослинного угруповання вже через 10–15 років спостерігаються значні зміни морфологічних, фізико-хімічних параметрів і вмісту мікро- та макроелементів у ґрунтовому профілі чорноземів заказника “Магітра”. Можна стверджувати, що у процесі заростання сосною і деградації первинного лучно-степового

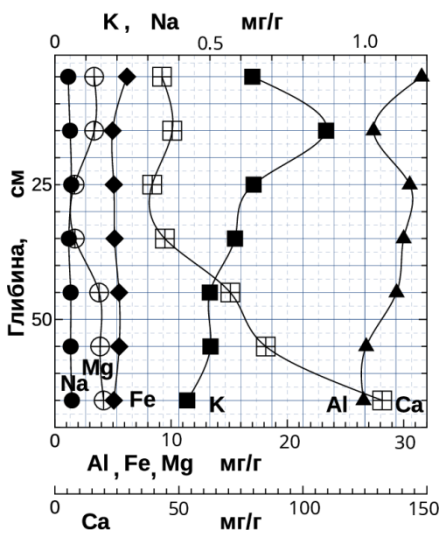


Рис. 1. Вміст макроелементів у ґрунтовому розрізі лучно-степового угруповання

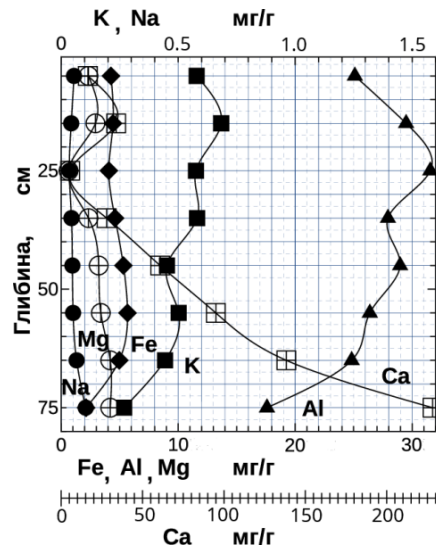


Рис. 2. Вміст макроелементів у ґрунтовому розрізі сосняка

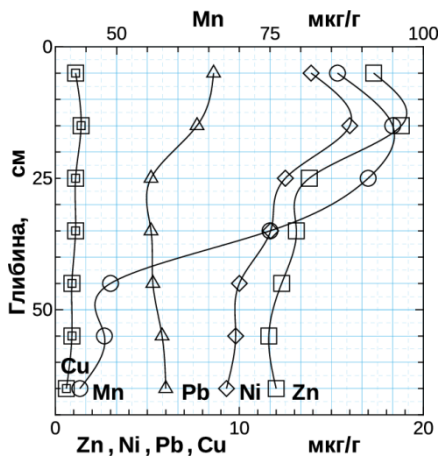


Рис. 3. Вміст мікроелементів у ґрунтовому розрізі лучно-степового угруповання

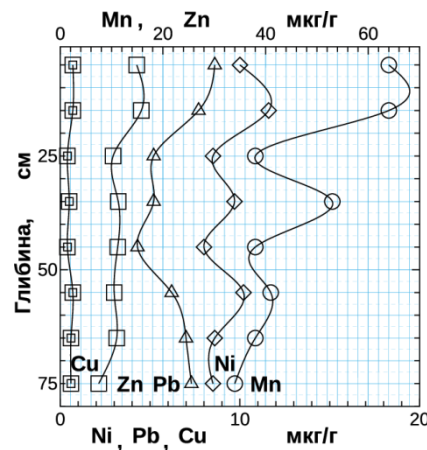


Рис. 4. Вміст мікроелементів у ґрунтовому розрізі сосняка

угруповання відбувається й деградація цілинного чорнозему. Наразі незрозуміло, як далеко зайде процес вилугування цілинного чорнозему і коли зупиниться. Свого часу С. І. Коржинський (1881) запропонував гіпотезу деградації (опідзолювання) чорноземів під дією деревної рослинності, яка змінює трав'яну. Теперішні опідзолені ґрунти (світло-сірі, сірі, темно-сірі, чорноземи) за цією теорією є стадіями послідовного опідзолювання чорноземів [за 6]. Проміжною ланкою між опідзоленими чорноземами і чорноземами типовими є чорноземи вилужнені, для яких, як і для чорноземів типових, характерний гумусово-акумулятивний (дерновий) процес ґрунтоутворення. Саме такі чорноземи, які розвиваються під деревними угрупованнями Степу і Лісостепу (штучними чи природними), багато дослідників пропонують залучити до особливого підтипу “чорноземи лісові” [2, 9] у системі класифікації чорноземів. Ці ґрунти еволюціонують, незважаючи на певне зниження лінії карбонатів і підкислення профілю, як і чорноземи типові в рамках чорноземного (акумулятивного) процесу ґрунтоутворення. На час проведення досліджень процеси вилугування, тобто вимивання карбонатів кальцію, втрата органічної речовини і хімічних елементів із ґрунтового профілю значно переважали процеси їхнього накопичення. Такі стрімкі зміни ще не означають, що у процесі розвитку соснового угруповання система не стабілізується та що еволюція чорнозему не відбуватиметься за сценарієм “чорнозему лісового”. Але можливий також інший сценарій, коли вилугування продовжиться і коли ґрунтовий профіль набуде ознак опідзолення [19]. Додатковим фактором на користь такого розвитку є власне заростання сосною, яка серед інших деревних видів є найсприятливішим чинником розвитку процесів вилугування [9, 17].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз площ природно-заповідного фонду України в розрізі адміністративно-територіальних одиниць: інформаційно-аналітичні матеріали. К.: Міністерство енергетики та захисту довкілля України, 2021. 104 с.
2. Белова Н. А., Травлев А. П. Естественные леса и степные почвы: экология, микроморфология, генезис. Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. гос. ун-та, 1999. 348 с.
3. Василюк О. В. Про необхідність охорони природних пасовищ у степовій зоні / Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки: матер. міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2014. 5 с.
4. Гавва Д. В. Агрогенна і постагрогенна еволюція чорноземів типових Лівобережжя Лісостепу України: монографія / за ред. Д. Г. Тихоненка; Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. Х.: Майдан, 2016. 218 с.
5. Гавриленко О. Заліснення українського степу – благо чи катастрофа? // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. геогр. 2017. Вип.1 (66). С. 66–70.
6. Денис В. Морфологічні особливості сірих лісових ґрунтів Пасмового Побужжя // Наук. вісн. Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. 2013. С. 9–14.
7. ДСТУ 8345:2015. Якість ґрунту. Методи визначення ємності катіонного обміну. http://internal.khntusg.com.ua/fulltext/PAZK/UCHEBNIKI/DSTU_grunt_kat_obmen_2014.pdf
8. Кагало О. О., Загальський М. М., Зеленчук А. Т., Сичак Н. М. Судинні рослини державного заказника “Ліса гора та гора Сипуха” в Золочівському районі Львівської області // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. 2004. Вип. 6. С. 66–81.
9. Тихоненко Д., Новосад К., Гавва Д. Еволюція чорноземів агрогенного і постагрогенного використання лівобережного лісостепу України // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2013. Вип. 44. С. 356–363.

10. *Травлеев А. П., Белова Н. А., Балалаев А. К.* Экология почвообразования лесных черноземов // *Грунтознавство*. 2008. Т. 9. № 1–2. С. 19–29.
11. Червона книга України. Рослинний світ / М-во охорони навколиш. природ. середовища України, НАН України; за ред. Я. П. Дідуха. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
12. *Шеляг-Сосонко Ю. Р., Дідух Я. П., Єрмоменко Л. П., Куковиця Г. С.* Карта рослинності г. Лиса (Львівська область) // *Укр. ботан. журнал*. 1980. Т. 37. № 1. С. 59–64.
13. *Шеляг-Сосонко Ю. Р., Жижин М. П., Куковиця Г. С.* Степова рослинність Львівської області // *Укр. ботан. журнал*. 1975. Т. 32. № 5. С. 630–638.
14. *Chester R., Hughes M. J.* A chemical technique for the separation of ferro-manganese minerals, carbonate minerals and adsorbed trace elements from pelagic sediments // *Chemical Geology*. 1967. Vol. 2. P. 249–262.
15. *Combs S. M., Nathan M. V.* Soil Organic Matter. In: Brown, J.R., Ed., Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region, NCR Publication. No. 221, Missouri Agricultural Experiment Station, Columbia, MO, 1998. P. 53–58.
16. *Georgiadis A., Daniela S., Jörn B.* et al. Optimising the extraction of amorphous silica by NaOH from soils of temperate-humid climate // *Soil Research*. 2015. Vol. 53. P. 392–400. <https://doi.org/101071/SR14171>.
17. *Haluschak P.* Laboratory methods of soil analysis. Canada-Manitoba Soil Survey. 2006. P. 3–133.
18. *Parnikoza I., Vasiluk O.* Ukrainian Steppes: Current State And Prospects For Preservation // *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska Lublin – Polonia*. 2011. Vol. LXVI.I. Sectio C. P. 23–37.
19. *Sirotiak M., Bartošova L., Blinov L.* UV-VIS Spectrophotometric Determinations of Selected Elements in Modelled Aqueous Solutions // *J. Envir. Prot. Saf. Educ. Manag.* 2014. Vol. 2. N 3. P. 75–87.
20. *Vopravil J., Formánek P., Janků J.* et al. Early changes in soil organic carbon following afforestation of former agricultural land // *Soil & Water Res.* 2021. Vol. 16. P. 228–236.

Стаття надійшла до редакції 01.08.22

доопрацьована 20.09.22

прийнята до друку 01.10.22

INFLUENCE OF SPONTANEOUS SILVATIZATION ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM OF EXTRAZONAL MEADOW-STEPPE PLANT COMMUNITIES OF BOTANICAL RESERVE “MAKITRA” (NATIONAL NATURE PARK “NORTHERN PODILLIA”, UKRAINE)

V. Kozlovskyy^{1*}, N. Romanyuk², R. Yurechko³

^{1}Institute of Ecology of the Carpathians, NAS of Ukraine
4, Kozelnytska St., Lviv 79026, Ukraine
e-mail: vkozlovskyy@gmail.com*

*²Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskyyi St., Lviv 79005, Ukraine*

*³National Nature Park “Northern Podillia”
2-b, Gagarin St., Pidhirtsi Vil., Zolochiv District, Lviv Region 80660, Ukraine*

Meadow-steppe plant communities of the nature reserve territories of the National Nature Park “Northern Podillia”, in particular, the “Makitra” reserve located outside the steppe zone, as a result of the decrease in economic activity and the effect of the passive protection mode (absolutely reserved regime) of rare plant species populations are under the threat of spontaneous afforestation and may lose their original purpose. The changes that accompany the sylvatization process concern all components of the biogeocenosis. In the process of degradation of the grass phytocenosis, the morphological features and physical and chemical properties of the soil undergo changes too. Soil profiles were taken on the northeastern slope of Makitra Mountain, in the meadow-steppe plant association. We revealed that 12–15 years after the beginning of afforestation with Scots pine, chernozem under the primary meadow-steppe plant association possesses apparent signs of degradation throughout the depth of the profile: (1) degradation of surface organogenic horizons (Hc + Hd); (2) lowering the depth of the carbonate level in the profile by 10–15 cm; (3) loss of organic matter by 30–50 %; (4) reduction of cation exchange capacity by 15–20 %; (5) leaching of CaCO₃ (>50 % from the H horizon) and other macro- (K, Na, Mg, Fe, Al) and trace elements (Cu, Zn, Mn, Ni, Pb) (up to 10–30 %). The intensity of leaching processes at the study time-point remains high, evidenced by the higher content of amorphous silica, aluminum, and water-soluble carbon in the soil at the afforestation stage, compared to virgin chernozem. The obtained results provide basics for predicting the soil development from typical chernozem under virgin meadow-steppe phytocenosis to leached chernozem (forest chernozem according to Travleev (2008)) in the process of overgrowing with Scots pine. In both cases, the soil-forming process is still within the framework of the humus-accumulative process of soil formation. However, taking into account the high intensity of degradation processes detected at the time of the research, there is a possibility of a significant increase in signs of leaching, which will indicate an impact on the development of the soil profile together with the chernozem (accumulative) and podzolic soil-forming processes.

Keywords: spontaneous afforestation, meadow-steppe plant communities, chernozem, succession, soil formation