

день вводили пергастрально 1 мл питтєвєй водї в перерасчетє на 1 кг масси тєла животногє. Вторая группа – мультипробиотик: животным в первый день вводили в коленную связку 0,05 мл 0,9% раствора NaCl и ежедневно на протяжении 14 суток с 8-ого по 22-ой день вводили пергастрально мультипробиотик "Симбитер®" ("Пролисок", Украина) в дозе 140 мг/кг, разведенный в 1 мл питтєвєй водї на 1 кг масси животногє. Третья группа – модель остеоартроза: крысам в первый день вводили в коленную связку 1 мг моноиодацетата натрия, разведенного в 0,05 мл 0,9% раствора NaCl и ежедневно на протяжении 14 суток вводили пергастрально 1 мл питтєвєй водї в пересчете на 1 кг масси животногє. Четвертая группа – остеоартроз+ мультипробиотик: животным вводили в первый день вводили в коленную связку 1 мг моноиодацетат натрия, растворенного в 0,05 мл 0,9% раствора NaCl, и пергастрально мультипробиотик в дозе 140 мг/кг, разведенный в 1 мл питтєвєй водї на 1 кг масси животногє. Животных умертвляли на 30 сутки после начала эксперимента согласно протокола этического комитета, после чего быстро делали забор хрящей. Содержание диеновых конъюгатов определяли в гептан-изопропанольном экстракте спектрофотометрическим методом, шиффовых оснований – флуориметрическим методом. Содержание ТБК-активных соединений определяли по реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК).

Установлено, что при моноиодацетат-индукованом остеоартрите в хрящевой ткани возрастает содержание продуктов перекисного окисления липидов (диеновых конъюгатов, ТБК-активных соединений, шиффовых оснований). Показано, что при длительном введении мультипробиотика животным с моноиодацетат-индукованным остеоартритом выше указанные показатели восстанавливались.

Ключевые слова: моноиодацетат-индуцированный остеоартрит, мультипробиотик, перекисное окисление липидов, хрящ.

O. Korotkyi, Ph.D., L. Kot, Ph.D., K. Dvorshchenko, Dr.Sc.  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

## LIPID PEROXIDATION IN RAT CARTILAGE UNDER EXPERIMENTAL OSTEOARTHRITIS AND ADMINISTRATION OF MULTIPROBIOTIC

The aim of the study was to investigate the effect of multiprobiotic on the content of lipid peroxidation products in rat cartilage during monoiodoacetate-induced osteoarthritis.

The study was carried out on white non-linear, sexually mature male rats (weight 180-240g), according to general ethical principles of experiments on animals. All animals were divided into four experimental groups. The first group – Control: animals got injection into knee ligament 0.05 ml of 0.9% NaCl solution on the first day of the experiment and then got intragastric administration 1 ml of drinking water per 1 kg of the animal weight daily for 14 days from the 8th to 22nd days. The second group – Multiprobiotic: animals got injection into knee ligament 0.05 ml of 0.9% NaCl solution on the first day of the experiment and then got intragastric administration 140 mg / kg of multiprobiotic Symbiter® (Prolisok, Ukraine) diluted in 1 ml of drinking water per 1 kg of animal weight. The third group, MIA-induced OA: animals got injection into knee ligament 1 mg of sodium monoiodoacetate, dissolved in 0.05 ml of 0.9% NaCl on the first day of the experiment and then got intragastric administration 1 ml of drinking water per 1 kg of the animal weight daily for 14 days from the 8th to 22nd days. The fourth group – MIA-induced OA + Multiprobiotic: animals got injection into knee ligament 0.05 ml of 1 mg of sodium monoiodoacetate, dissolved in 0.05 ml of 0.9% NaCl on the first day of the experiment and then got intragastric administration 140 mg / kg of multiprobiotic diluted in 1 ml of drinking water per 1 kg of animal weight. All animals were killed on day 30 of the experiment, according to the protocol of the ethics committee with rapid blood sampling. The content of the products of oxidative modification of proteins (OMP) and oligopeptides was determined by the level of carbonyl derivatives that were detected in reaction with 2,4-dinitrophenylhydrazine. The content of diene conjugates was determined in the heptane-isopropanol extract by the spectrophotometric method, and of Schiff bases – by the fluorimetric method. The content of TBC-active compounds was determined by reaction with thiobarbituric acid.

It has been established that MIA-induced OA the content of lipid peroxidation products (diene conjugates, TBC-active compounds, schiff bases) increases in the cartilage. It was shown that with the administration of multiprobiotic in animals with MIA-induced OA, the above indicators were restored.

Key words: monoiodoacetate-induced osteoarthritis, multiprobiotic, lipid peroxidation, cartilage.

УДК: 581.55:581.524.3 (477.81)

DOI: [https://doi.org/10.17721/1728\\_2748.2020.80.44-49](https://doi.org/10.17721/1728_2748.2020.80.44-49)

А. Бончковський, студ.,  
О. Безсмертна, канд. біол. наук  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИННОЇ СУКЦЕСІЇ У КАР'ЄРІ ЦЕГЕЛЬНОГО ЗАВОДУ В С. НОВИЙ ТІК (РІВНЕНСЬКА ОБЛАСТЬ)

Припинення експлуатації кар'єрів є причиною поселення піонерних рослин, що освоюють вільні від рослинно-ґрунтового покриву ділянки в певній послідовності, які називають сукцесіями. Теоретичні основи відновних рослинних сукцесій у кар'єрах розроблені поки що відносно слабо, хоча емпіричних досліджень, присвячених цій проблематиці, багато. Об'єктом нашого дослідження є кар'єр цегельного заводу, що міститься на східній околиці с. Новий Тік (Демидівський район, Рівненська область) у центральній частині Волинської височини, за 27 км на південь від м. Луцьк. Із 2008 року, з моменту припинення функціонування цегельного заводу, у кар'єрі відбувається первинна рослинна сукцесія, що наразі перебуває на стадії молодості та характеризується стрімким зростанням біорізноманіття. Станом на осінь 2019 року визначено 72 види рослин, з яких 6 видів – дерева, 1 вид кущів та 65 видів трав. Відповідно до систематичного аналізу серед виявлених видів переважають представники родин Asteraceae та Fabaceae. Визначено переважаючі еколого-біологічні групи рослин у кар'єрі: відносно освітлення переважають геліофіти; відповідно до термічного режиму найбільшу частку становлять види помірно-теплого клімату; у рослинному покриві на сучасному етапі сукцесії загалом переважають центральноевропейські види. На основі аналізу заселення рослинними асоціаціями та появи міжвидової та внутрішньовидової конкуренції встановлено, що рослинна сукцесія в досліджуваному кар'єрі перебуває на стадії молодості. Також виявлено гетерохронність та мікророзональну диференціацію процесів сукцесії в різних ділянках кар'єру. Відмінність проходження стадій сукцесій залежно від особливостей рельєфу взято за основу для мікророзумання кар'єру. Установлено, що на сучасному етапі рослинної сукцесії визначальним фактором якісного та кількісного складу фітоценозів є абіотичні фактори кар'єру, особливо морфологія і динаміка рельєфу, а також літолого-стратиграфічна будова відкладів. Виявлено ініціальну стадію ґрунтового сукцесії, що стала можливою у зв'язку із накопиченням значної кількості мортмаси в останні роки.

Ключові слова: рослинна сукцесія, фітоценоз, глиняний кар'єр, гетерохронність.

**Вступ.** Припинення експлуатації кар'єрів є причиною поселення піонерних рослин, що освоюють вільні від рослинно-ґрунтового покриву ділянки у певній послідовності, які називають сукцесіями. У процесі розвитку рослинної сукцесії не лише характеризуються ускладненням внутрішньо- і міжвидової конкуренції та

латеральної організації фітоценозів, а й трансформують своє середовище проживання. У результаті комплексної трансформації компонентів екосистеми кар'єру відбувається утворення власного ландшафту, наближеного до фонового, однак із певними відмінностями, які обумовлені переважно особливостями рельє-

ефу. Рослинні сукцесії містять комплексну інформацію про особливості швидкості та напрямки заселення рослинності на первинних ділянках, що буде корисним для проведення фіторекультивациі порушених земель. Звідси можна почерпнути інформацію про швидкість регенерації фітоценозу, фактори впливу на проходження стадій рослинної сукцесії тощо. Кожен окремих тип кар'єру створює власні екологічні умови, тому адаптація рослин до тих чи інших параметрів середовища відбуватиметься дещо по-різному.

Теоретичні основи відновних рослинних сукцесій у кар'єрах розроблені поки що відносно слабо, хоча емпіричних досліджень, присвячених цій проблематиці, багато. Переважно проводилися дослідження рослинних сукцесій буровугільних [8], кам'яновугільних [10], сірчанних [1], піщаних [5, 13, 20, 7], вапнякових [18, 21] та гранітних [15, 22] кар'єрів. Проте вивчення рослинних сукцесій у кар'єрах із видобутку глинистої (лесової) сировини для виробництва цегли фактично не мало місця. У лесових кар'єрах слід очікувати зовсім іншого тренду рослинних сукцесій, адже лесові породи зазвичай перешаровуються із виковпними ґрунтами, які мають підвищений вміст гумусу та інших органічно-мінеральних сполук. У результаті цього можна припустити, що рослинні сукцесії у таких кар'єрах будуть пришвидшеними, що, у свою чергу, стимулюватиме ініціальний педогенез.

**Матеріали і методи.** Досліджуваний кар'єр цегельного заводу знаходиться на східній околиці с. Новий Тік Демидівського району Рівненської області (25°12' E, 50°29' N) у центральній частині Волинської височини, за 27 км на південь від м. Луцьк. Він розташований у прибережній частині долини р. Берестова – правої притоки р. Стир. Абсолютна висота брівки кар'єру становить 204 м. Із 2008 року кар'єр не експлуатується. З 1994 по 2008 роки перебував у приватній власності, у цей час проводився видобуток мінеральної сировини для виготовлення цегли. З моменту припинення експлуатації кар'єру в ньому розпочалася рослинна сукцесія, яка є об'єктом дослідження цієї статті.

Вивчення рослинної сукцесії у кар'єрі проводилися упродовж 2015-2019 рр. Фітоценотичні дослідження передусім передбачали збирання гербарію, мета якого полягала у визначенні в камеральних умовах видового складу рослинності кар'єру на різних етапах сукцесії. Гербаризація зразків проводилася за методикою А. К. Скворцова [12]. Визначення видів проводилось за допомогою таких праць, як "Флора СРСР", "Флора Кавказу", "Флора европейской части ССР", "Определитель высших растений Украины", "Екофлора України", "Flora Europaea" [4, 6, 9, 14, 23, 24]. Номенклатура таксонів подана відповідно до "Vascular plants of Ukraine: a nomenclatural Checklist" [19] з урахуванням сучасніших праць [16, 23]. Відповідно до шкали Г. Еленберга [17], яка передбачає бальну оцінку екологічних умов зростання рослин (освітленість, температура, континентальність, вологість, кислотність, поживні речовини у ґрунті), встановлено належність практично всіх видів рослин кар'єру до різних екологічних груп. Життєві форми рослин встановлено за Серебряковим [11].

Окрім цього, у перший рік спостережень вибрано 30 перспективних і репрезентативних ділянок площею 1 м<sup>2</sup> для подальшого дослідження темпів та особливостей окупації фітоценозами території кар'єру. Ділянки закладалися відповідно до комплексу критеріїв: особливостей фітоценозів, експозиції та геодинаміки схилу, літо-

логічного складу порід, а також гідрологічного режиму території. У межах кількох експериментальних ділянок закладено прикопки для вивчення генетичного профілю ініціальних ґрунтів та літологічного субстрату, на якому розвивається рослинна сукцесія. У п'яти прикопках за допомогою автоматичного пристрою AMSTAT визначено кислотність ґрунту з точністю до 0,1 рН, а також виконано гранулометричний аналіз літологічного субстрату за методом Качинського [3].

#### Результати досліджень

**Абіотичні фактори рослинної сукцесії.** Досліджуваний кар'єр розкриває лесово-ґрунтову формування верхнього та середнього плейстоцену, із горизонтами балкового алювію. Днище кар'єру розрізає лучний середньоплейстоценовий ґрунт завадівського кліматоліту, який характеризується підвищеним вмістом гумусу та середньосуглинковим гранулометричним складом. У цілому відклади, що залягають в основі кар'єру, середньо- та важкосуглинкові (вміст фракції мулу досягає 32 %). Вище залягає товща педоседиментів прилуцького та кайдацького кліматолітів супіщаного механічного складу, які перешаровуються із піщаними горизонтами балкового алювію. Верхній літологічний комплекс представлений передусім потужною товщею легко- чи середньосуглинкових лесоподібних суглинків, карбонатних, із вертикальною окремістю, що робить їх піддатливими до ерозійних та гравітаційних геоморфологічних процесів [2]. Розкриття кар'єром горизонтів виковпних ґрунтів із підвищеним вмістом гумусу (до 0,6 %) певною мірою обумовлює пришвидшений темп розвитку рослинної сукцесії

Відносно легкий гранулометричний склад відкладів верхньої літологічної товщі та південна експозиція схилів кар'єру визначають високу динаміку геоморфологічних процесів (обвали, осипи, лінійна та площинна ерозія, осуви). Саме рельєфотворчі процеси є головним лімітуючим фактором розвитку рослинної сукцесії. Проте в останні роки відбувається поступова стабілізація геоморфологічних процесів, у результаті чого стало можливим поселення окремих груп рослин навіть на крутих схилах. У днищі кар'єру на середньосуглинкових породах із низькими показниками інфільтрації навесні формуються тимчасові водойми, які пересихають лише у період з червня по серпень. У сніжні роки все днище кар'єру затоплюється талими сніговими водами.

Визначено кислотність літологічного субстрату, на основі чого встановлено, що у днищі кар'єру породи та ініціальні ґрунти кислотні (табл. 1). Це обумовлено сезонним стоянням тут вологи та розвитком процесів оглеєння. На схилах кар'єру та у фронтальній частині конусів виносу реакція середовища слабкокисло, нейтральна і навіть слаболужна (рН = 6,2–7,3), що пов'язано із карбонатістю горизонтів лесів, які відслонюються на схилах. Фоновий ґрунт (чорнозем типовий) характеризується слабкислою реакцією середовища (рН = 6,5).

Визначено гранулометричний склад ініціальних ґрунтів у кар'єрі (табл. 1). Встановлено, що гранулометричний склад ініціальних ґрунтів легший від літологічного субстрату. Зокрема, більшість ініціальних ґрунтів мають крупнопилувато-легкосуглинковий механічний склад із підвищеним вмістом фракцій дрібно-го піску в розкопі № 1 та середньозернистого піску – у розкопі № 4.

Таблиця 1. Гранулометричний склад та кислотність ініціальних ґрунтів у днищі кар'єру

Розкоп	Кислотність, pH	Гранулометричний склад: фракції мм					
		>0,25	0,05-0,25	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Розкоп 1. Сухе днище кар'єру	5,3	6,59 %	47,63 %	17,15 %	9,84 %	16,83 %	1,96 %
Розкоп 2. Пролювіальний шлейф	6,2	9,46 %	15,49 %	53,05 %	10,75 %	4,45 %	6,8 %
Розкоп 3. Періодично затоплюване днище кар'єру	5,0	2,34 %	17,14 %	50,01 %	14,82 %	14,9 %	0,79 %
Розкоп 4. Сухе днище кар'єру	5,2	25,31 %	6,14 %	51,94 %	4,57 %	4,24 %	7,8 %

Схили кар'єру характеризуються південною експозицією, тому показники інсоляції є досить значними, узимку глибина промерзання незначна, а навесні відбувається швидке танення снігу. Відсутність постійного затінку обумовлює абсолютне переважання геліофітів у рослинному покриві. У днищі кар'єру поряд із рослинною сукцесією відбувається формування ініціальних ґрунтів, потужність яких не перевищує поки що декількох сантиметрів. В основі схилів утворюються акумулятивні (намиті) педоліти із потужнішим генетичним профілем, більшим вмістом органічних речовин. На таких ґрунтах частіше поселяються мохи та евтрофи. У межах періодично зволжених ділянок формуються ініціальні гідроморфні ґрунти з ембріональними ознаками оглеєння та псевдоопідзолення. На схилах ґрунтоутворення ще не розпочалося.

**Видовий склад фітоценозів.** Вивчення рослинної сукцесії у кар'єрі проводилося упродовж 2015-2019 рр. У перший рік досліджень було ідентифіковано 25 таксонів, з яких 6 видів дерев, 1 вид кущів і 18 видів трав. Станом на осінь 2019 року у кар'єрі зареєстровано 72 види рослин, з них:

1) 5 видів дерев: *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Salix caprea* L., *Salix fragilis* L. та *Pyrus communis* L.

2) 2 види чагарників: *Swida sanguinea* (L.) Opiz та *Salix triandra* L.

3) 65 видів трав, з яких 48 видів трав'янистих полікарпиків, 15 видів трав'янистих монокарпиків і 2 види земноводних трав.

Станом на 2019 рік рослинний покрив кар'єру представлений 24 родинами, з яких домінували види таких родин, як *Asteraceae* (37,5 %), *Fabaceae* (13,9 %), *Apiaceae* (5,6 %), *Salicaceae* (4,2 %), *Poaceae* (4,2 %), *Onagraceae* (4,2 %), *Plantaginaceae* (4,2 %) та ін. Такий видовий склад відображає поширення рослин із широкою екологічною амплітудою, що забезпечує їх поселення навіть на субстратах із низьким вмістом поживних речовин.

За 4 роки спостережень у кар'єрі з'явилося 47 нових видів трав, які більшою мірою представлені оліготрофами. За цей період відбулося не лише зростання біорізноманіття піонерних фітоценозів, а й поступова окупація рослинами геодинамічних форм рельєфу, зокрема пролювіально-делювіального шлейфу, відвалів, схилів тощо. У цілому дерева та чагарники зростають передусім у днищі кар'єру, особливо на перезволоженому ділянках, тоді як трави окупають делювіально-пролювіальні шлейфи, сухе днище кар'єру, а останнім часом – також схили.

**Екологічні групи рослин.** Проаналізовано положення кожного виду рослин у шкалі Еленберга (рис. 1), що дало змогу з'ясувати екологічну нішу кожного таксону відповідно до певних абіотичних екологічних факторів (освітленість, термічний режим, континентальність клімату, зволоження, pH реакція субстрату, вміст азоту в субстраті тощо).

За показником *освітленості* практично всі види належать до геліофітів. Серед світлолюбних рослин можна зазначити такі, як *Artemisia absinthium* L., *Achillea millefolium* L. та *Oenothera biennis* L. Також незначно представлені тіневитривалі рослини: зокрема, на періодично затоплюваній ділянці кар'єру утворює

асоціації *Salix fragilis* L. Домінування геолофітів у рослинному покриві пояснюється як південною експозицією кар'єру, відсутністю затінених ділянок, так і слабо сформованим деревним покривом.

За *термічним режимом* практично всі види належать до фітобіоти помірного та помірно-теплого клімату. Найбільшу частку становлять усе ж види помірно-теплого клімату, серед яких *Artemisia absinthium* L., *Pyrus communis* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Trifolium hybridum* L. та ін. Дещо рідше зустрічаються види, що зростають переважно у помірному кліматі – *Salix fragilis* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin., *Swida sanguinea* (L.) Opiz.) та ін. Однак також наявні представники теплого (*Oenothera biennis* L.) та прохолодного (*Verbascum thapsus* L.) клімату. Загалом видовий склад рослинності за термічним режимом цілком корелюється із типом клімату цієї території.

За показником *континентальності* у кар'єрі зростають рослини як субокеанічного, так і субконтинентального клімату. Перші у геоботанічному аспекті представлені видами центральноєвропейської провінції, такими як *Senecio jacobaea* L., *Tussilago farfara* L., *Salix caprea* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult. та ін. Рослини субконтинентального та перехідного до континентального клімату в кар'єрі мають підрядне значення і представлені такими видами, як *Achillea millefolium* L., *Pinus sylvestris* L., *Artemisia absinthium* L. Тобто у рослинному покриві на сучасному етапі сукцесії більше центральноевропейських видів, аніж східноевропейських.

За показником *зволоженості* у кар'єрі зростають досить різноманітні групи рослин. У перезволоженому днищі кар'єру, де в період сніготанення і частих дощів утворюються тимчасові водойми, утворює значні за площею асоціації гідрофіт *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Поряд із ним формують єдині угруповання гідрофіти *Salix fragilis* L. та *Salix triandra* L. Незважаючи на це, найбільше виявлено рослин сухих місцезростань, таких як *Crepis tectorum* L., *Medicago Sativa* L., *Verbascum thapsus* L. та ін. Трапляються також ксерофіти *Achillea millefolium* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Artemisia campestris* L., які зростають на добре дренованих схилах південної експозиції.

За показником *кислотності субстрату* зростають види як на помірно кислому, так і на лужному субстраті. Однак найбільша кількість видів зростає на едафотопях із нейтральною реакцією. У днищі кар'єру, де в ініціальних середньосуглинкових ґрунтах активними є процеси псевдопідзолення та оглеєння, зростають рослини помірно кислих ґрунтів, такі як *Epilobium angustifolium* L., *Artemisia campestris* L. А на схилах кар'єру, де відслонюються карбонатні лесоподібні суглинки, трапляються види, що зростають на слаболужному субстраті: *Tussilago farfara* L., *Echium vulgare* L. та ін.

За показником *збагачення субстрату азотом* зростають рослини, які потребують достатнього або високого вмісту азоту. Це такі види, як *Taraxacum officinale* (L.) Weber., *Verbascum thapsus* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. та ін. У той же час у кар'єрі зростають види рослин, які притаманні для дуже бідних і вкрай бідних місцезростань (*Achillea millefolium* L. та *Helichrysum arenarium* (L.) Moench.), відповідно.

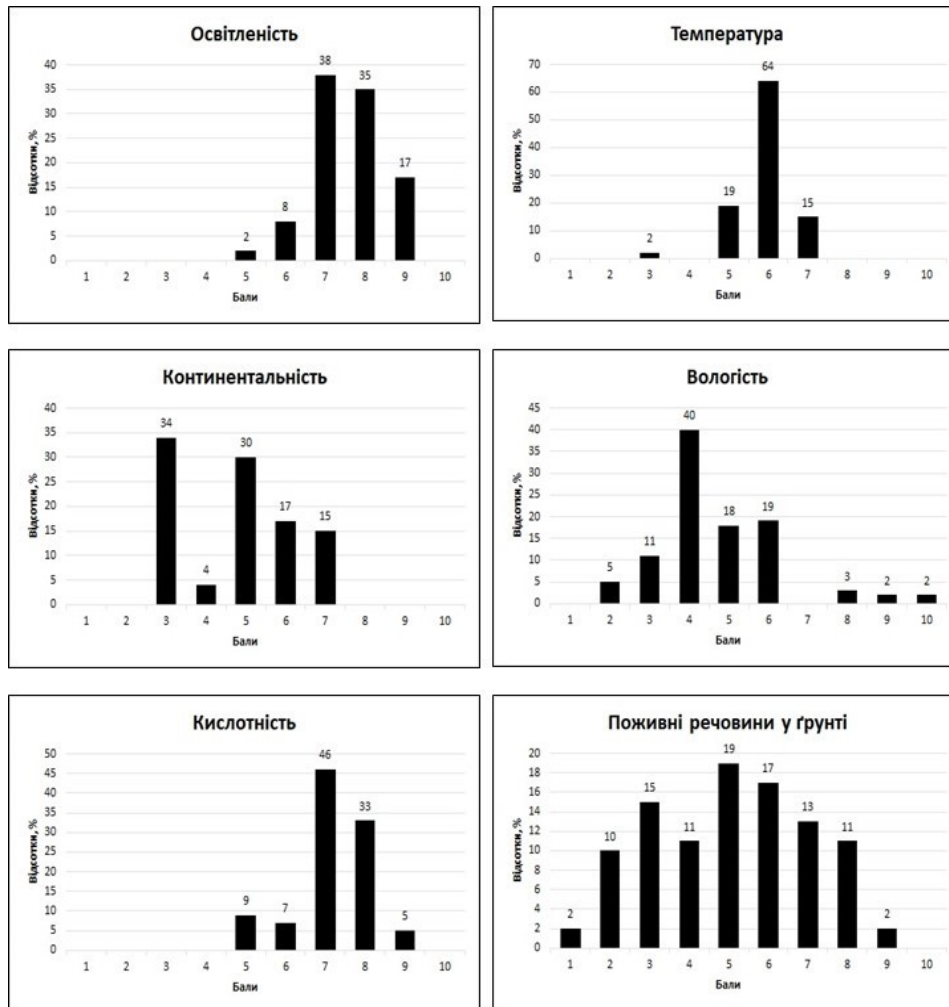


Рис. 1. Співвідношення різних екологічних груп рослин за шкалою Еленберга

**Гетехронність та просторова диференціація.**

Проведені дослідження дають підстави вважати, що рослинна сукцесія досліджуваного кар'єру зараз, найвірогідніше, перебуває на стадії молодості, яка характеризується різким зростанням видового різноманіття фітоценозів та ускладненням міжвидових фітоценозичних зв'язків. Проте рослинна сукцесія у різних частинах кар'єру відбувається по-різному, що обумовлено особливостями комплексу абіотичних факторів усередині кар'єру, з яких визначальними є рельєф та літологічний субстрат. Останні визначають гетерохронність сукцесії, тобто перебування сукцесії на різних фазах та стадіях, а також обумовлюють поширення відмінних фітоценозичних груп у різних частинах кар'єру. З метою виділення однорідного набору фітоценозів проведено умовне зонування кар'єру за рельєфом, геодинамікою та особливостями рослинних сукцесій. Виділено такі зони:

I. Відвали: позитивні форми рельєфу, складені середньоплейстоценовими важкими та середніми суглинками із низьким вмістом гумусу (0,2-0,3%), зазнають процесів дефлюкції (зсування матеріалу), тому заселені рослинністю ще дуже мало. Тут зростають переважно деревні види (*Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth), які є невибагливими за трофністю і мають міцнішу кореневу систему, стійку до процесів дефлюкції. Однак в останні роки спостерігається поступове заростання північних схилів (*Tussilago farfara* L., *Carex* sp., *Melilotus officinalis* (L.) Pall та ін.), що, імовірно, обумовлено менш виразними циклами набухання-усадки глинистого субстрату.

II. Фронтальна зона: складена дрібними відвалами, купами виробничого сміття, слідами нагортання, відходами неякісної цегли. Такі ділянки почали заселятися ще під час функціонування цегельного заводу, тому тут рослинні угруповання характеризуються найбільшими показниками проективного покриття, а в рослинному покриві досить високу частку становлять представники синантропної рослинності.

III. Днище кар'єру, на нашу думку, доцільно поділити на три підзони.

1. Періодично затоплювані ділянки охоплюють південно-західну частину днища кар'єру, характеризуються важким гранулометричним складом підстильних порід, гідроморфним ініціальним ґрунтоутворенням, періодичним затопленням у весняний період сніготоплення і під час зливових дощів у літній період. Для цієї підзони типовою є гігро- та гідрофітна рослинність (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Salix fragilis* L., *Salix triandra* L.) та високі показники проективного покриття.

2. Сухе днище займає центральну частину кар'єру, у сніжні роки затоплюється талими сніговими водами навесні, у напрямку схилу відбувається постійна акумуляція делювіально-пролювіальних відкладів, змитих зі схилів. Днище кар'єру розкриває лучний ґрунт середнього плейстоцену, який характеризується підвищеним вмістом гумусу, що обумовлює найшвидшу окупацію території евтрофами. Дерев відносно небагато (*Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth.).

3. Пролувіальна підзона розташована у східній частині кар'єру і приурочена до похованої балки,

вивпненої соліфлюкційно-делювіальними лесоподібними суглинками, які дуже піддатливі до ерозійних процесів. Рослинність цієї підзони у зв'язку із динамічною седиментацією суглинків у днищі відносно розріджена, високу роль відіграють деревні породи *Pinus sylvestris* L. та *Betula pendula* Roth.

IV. Зона штучної тераси, утвореної у результаті видобутку верхньоплейстоценових суглинків. Тераса підвищується над рівнем днища на 4-7 м. Характеризується достатньо високою стійкістю рельєфу. Це зумовило першочергове заселення тераси рослинністю. Однак проективне покриття тераси незначне, у зв'язку із відновленням видобутку мінеральної сировини місцевим населенням в останні роки.

V. Зона схилів кар'єру характеризується високою динамікою, низкою геоморфологічних процесів (осипи, обвали, осуви, зсуви, лінійна та площинна ерозія). У зв'язку із відмінним літологічним складом кожного стратиграфічного горизонту мікрорельєф схилу є складним: із мікротерасами, ускладнений ерозійними формами рельєфу та потужним делювіальним шлейфом в основі. Рослини на крутих схилах зростають на більш-менш стабільних ділянках. Більш заселеними є західна частина кар'єру та місця виходу на денну поверхню гумусованих викопних ґрунтів.

VI. Зона брівки кар'єру розташована із тилової частини кар'єру. Вона характеризується певними виробленими формами рельєфу (невеликими витягнутими заглибленнями глибиною до 2-3 м), значні площі не були трансформовані. Заглиблення у східній частині є місцем витоків ерозійних борозн, тому вони досі заселені погано. Ця зона є буферною, тому тут рослинні сукцесії найшвидше проходять стадії розвитку, а видовий склад дуже сильно наближається до фонового ландшафту. Значну частку займають представники синантропної рослинності.

**Висновки.** За період п'ятирічних спостережень установлено такі особливості рослинної сукцесії в досліджуваному кар'єрі:

Рослинна сукцесія перебуває на стадії молодості. За п'ятирічний період досліджень відбувся перехід від ініціальної стадії, коли рослинні угруповання спостерігалися у вигляді ізольованих осередків у днищі кар'єру, до стадії молодості, коли більше половини кар'єру заселено рослинними асоціаціями з появою між- та внутрішньовидової конкуренції.

2. Аномально швидке заселення кар'єру рослинністю. Станом на жовтень 2019 року в кар'єрі виявлено 72 таксони рослин, з яких 6 видів дерев, 1 вид кущів та 65 видів трав (48 видів полікарпиків, 15 видів монокарпиків і 3 види земноводних трав), тоді як у 2015 році було виявлено всього 25 видів рослин, з яких тих же 6 видів дерев, 1 вид кущів та 19 видів трав. Найбільша кількість видів належить до родин *Asteraceae* і *Fabaceae*, які характеризуються широкою екологічною амплітудою. Настільки швидке заселення кар'єру рослинністю пов'язане передусім із розкриттям кар'єром горизонтів похованих ґрунтів плейстоцену, які характеризуються відносно високим вмістом поживних речовин.

3. Гетерохронність сукцесії – у відмінних частинах кар'єру сукцесія перебуває на різних стадіях. Зокрема, у днищі кар'єру рослинна сукцесія перебуває на стадії молодості з найбільшими показниками видового різноманіття, проективного покриття та ярності, а також високою участю дерев у фітоценозах (*Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Salix caprea* L. та ін). У той же час досі активні геоморфологічні процеси на схилах унеможливають формування тут постійних фітоценозів.

4. Мікрозональність рослинної сукцесії, що обумовлена просторовою диференціацією абіотичних факторів усередині кар'єру. Виділено такі мікрозони рослинної сукцесії: відвали, фронтальна зона, днище кар'єру (періодично затоплювані ділянки, сухе днище, пролювіальний шлейф), антропогенна тераса, схили, брівка кар'єру.

5. Різноманіття екологічних груп рослинності у кар'єрі. Контрастність геоморфологічних та едафічних умов у кар'єрі обумовлена поширенням відмінних екологічних груп рослинності на сучасному етапі сукцесії. За освітленістю повністю домінують геліофіти; за термічним режимом усі рослини належать до тих, що зростають у помірному та помірно-теплому кліматі. Найбільша диференціація екологічних груп спостерігається за вологістю (від ксерофітів до гідрофітів), а також за вмістом азоту в субстраті (від бідних на азот місцезростань до багатих на азот ділянок).

#### Список використаних джерел:

1. Білонога В. М. Первинні сукцесії техногенних ландшафтів сірчанних родовищ / В. М. Білонога, А. К. Малиновський // Праці Наукового товариства ім. Шевченка. – 2001. – № 7. – С. 75–82.
2. Бончковський О. С. Новий Тік – новий розріз лесово-ґрунтової серії неоплейстоцену Волинської височини / О. С. Бончковський // Фізична географія та геоморфологія. – 2015. – Вип. 3 (79). – С. 77–89.
3. Вадюнина А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А. Вадюнина, С. Корчагина. – Москва: Высшая школа, 1961.
4. Гроссгейм А. А. Флора Кавказа / А. А. Гроссгейм. – Баку: Изд-во АзФАН, 1939. – 564 с.
5. Гусев А. П. Начальные стадии сукцессии на песчаных техноэко-топах в широколиственно-лесном и южнотаежном ландшафтах / А. П. Гусев, Д. В. Веселкин // Вестник ВДУ. – 2015. – 5(89). – С. 41–46.
6. Екофлора України / ред. Я. П. Дідух. – Київ: Фітосоціоцентр, 2000. – 284 с.
7. Коронатова Н. Г. Сукцессия фитоценозов при зарастании выработанных карьеров в подзоне северной тайги Западной Сибири / Н. Г. Коронатова, Е. В. Миляева // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 5. – С. 697–705.
8. Моторина Л. В. Сравнительная характеристика растительного покрова на отвалах открытых разработок бурого угля и железной руды / Л. В. Моторина, Т. И. Ижевская // Растения и промышленная среда. – Свердловск: Изд-во УрГУ, 1980. – [Сб. 7]. – С. 80–87.
9. Определитель высших растений Украины / ред.: Ю. Н. Прокудин и др. – Киев: Наукова думка, 1987. – 548 с.
10. Попович В. В. Фітомеліорація згасаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну / В. В. Попович // Львів: ЛДУ БЖД, 2014.
11. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / И. Г. Серебряков // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Наука, 1964. – № 3. – С. 146–205.
12. Скворцов А. К. Гербарий. Пособие по методике и технике / А. К. Скворцов. – Москва: Наука, 1977. – 199 с.
13. Фесенко О. С. Локально-катастрофические сукцессии лесной растительности в зонах расширения шахтных полей западного Донбаса / О. С. Фесенко // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. – 2006. – № 38. – С. 180–182.
14. Флора европейской части СССР / ред. Ф. Федорова. – Л.: Изд-во "Наука", Ленинградское отделение, 1974. – 404 с.
15. Хлизіна Н. В. Літофілії сукцесії в скельних екотопах відвалів гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу / Н. В. Хлизіна // Ґрунтознавство. – 2007. – № 8. – С. 57–65.
16. Цвелев Н. Краткий конспект сосудистых споровых растений Восточной Европы / Н. Цвелев // Новости систематики высших растений. – 2005. – С. 7–32.
17. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg // Göttingen: Goltze, 1974. – P. 97.
18. Khater C. Application of restoration ecology principles to the practice of limestone quarry rehabilitation in Lebanon / C. Khater, M. Arnaud // Lebanese Science Journal. – 2007. – № 1(8). – P. 19–28.
19. Mosyakin S. Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist / S. Mosyakin, M. Fedoronchuk. – Kiev: XXIV, 1999.
20. Rahmonov O. Relations between vegetation and soil in initial succession phases in post-sand excavations / O. Rahmonov, A. Szymczyk // Ekologia. – 2010. – № 4(29). – С. 412–429.
21. Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants / R. Tropek, T. Kadlec, P. Karesova et al. // Journal of Applied Ecology. – 2010. – № 47. – P. 139–147.
22. Trnková R. Spontaneous succession of vegetation on acidic bedrock in quarries in the Czech Republic / R. Trnková, K. Řehounková, K. Prach // Preslia, 82. – 2010. – P. 333–343.
23. Tutin T. Flora Europaea. Second edition / T. Tutin, V. Heywood, N. Burges // New York, 1993.

24. Tutin T. Flora Europaea /T. Tutin, V. Heywood, N. Burges // Cambridge : At the university press, 1964.

#### Reference

1. Bilonoha M., Malynovskyi K. Primary successions of man-made landscapes of sulfur deposits, Proceedings of the Shevchenko Scientific Society, 2001; 7: 75–82.
2. Bonchkovskiy O.S. Novyi Tik – a new section of the Neo-Pleistocene loess-soil formation of Volyn Upland. Physical Geography and Geomorphology, 2015; 3 (79): 77–89.
3. Vadyunina A., Korchagina S. Methods of studying the physical properties of soils and rocks. Moscow: Higher School, 1961.
4. Grossgeym A. Caucasus Flora. Baku: AzFAN Publishing House, 1939: 564.
5. Gusev A., Veselkin D. Initial succession stages on sand technoeotopes in broad-leaved forest and south taiga landscapes. Vesnik VDU, 2015; 5(89): 41–46.
6. Didukh Y. Ecoflora of Ukraine. Kyiv: Phytosociocenter, 2000: 284.
7. Koronatova N., Milyayeva E. H. G. Succession of phytocenoses during overgrowing of quarries in the northern taiga subarea of Western Siberia. Siberian Ecological Journal, 2011; 5: 697–705.
8. Motorina L., Izhevskaya T. Comparative characteristics of vegetation cover on open-cast mine openings of brown coal and iron ore. Plants and industrial environment. Sverdlovsk: Publishing house of USU, 1980; 7: 80–87.
9. Prokudin Y. Key to Higher Plants of Ukraine, Kiev: Scientific Opinion, 1987: 548.
10. Popovych V. Phytomelioration of the extinguished heaps of the Lviv-Volyn coal area: LDU BZD, 2014.
11. Serebryakov I. Life forms of higher plants and their study. Field geobotany. Moscow: Science, 1964; 3: 146–205.
12. Skvortsov A. Herbarium. Manual on a technique and equipment. Moscow: Science, 1977: 199.
13. Fesenko O. Local-catastrophic successions of forest vegetation in the expansion zones of mine fields in western Donbas. Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology, 2006; 38: 180–182.

14. Fedorova F. Flora of the European part of the USSR. Leningrad: Nauka Publishing House, 1974: 404.

15. Khlyzina N. Lithophilic successions in rock ecotopes of dumps of mining and processing enterprises of Kryvbas. Pedology, 2007; 8: 57–65.
16. Tsvelev N. A brief synopsis of vascular spore plants in Eastern Europe. Systematics news of higher plants, 2005: 7–32.
17. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen: Goltze, 1974: 97.
18. Khater C., Arnaud M. Application of restoration ecology principles to the practice of limestone quarry rehabilitation in Lebanon. Lebanese Science Journal, 2007: 1 (8): 19–28.
19. Mosyakin S., Fedoronchuk M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist. Kiev: XXIV, 1999.
20. Rahmonov O., Szymczyk A. Relations between vegetation and soil in initial succession phases in post-sand excavations. Ekologia, 2010: 4 (29): 412–429.
21. Tropek R., Kadlec T., Karesova P. and other. Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. Journal of Applied Ecology, 2010; 47: 139–147.
22. Trnková R., Řehouňková K., Prach K. Spontaneous succession of vegetation on acidic bedrock in quarries in the Czech Republic. Preslia, 82, 2010; 333–343.
23. Tutin T., Heywood V., Burges N. Flora Europaea. Second edition. New York, 1993.
24. Tutin T., Heywood V., Burges N. Flora Europaea. Cambridge: At the university press, 1964.

Надійшла до редколегії 22.01.2019

Отримано виправлений варіант 24.02.2019

Підписано до друку 24.02.2019

Received in the editorial 22.01.2019

Received a revised version on 24.02.2019

Signed in the press on 24.02.2019

A. Bonchkovskiy, stud.,

O. Bezsmertna, kand. biol. nauk

Kievskiy natsionalnyy universitet imeni Tarasa Shevchenko, Kiev, Ukraina

## ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОЙ СУКЦЕССИИ В КАРЬЕРЕ КИРПИЧНОГО ЗАВОДА В С. НОВЫЙ ТОК (РОВЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Прекрытие эксплуатации карьеров является причиной поселения пионерных растений, которые осваивают свободные от растительно-почвенного покрова участки в определенной последовательности, которые называют сукцессиями. Теоретические основы восстановительных растительных сукцессий в карьерах разработаны пока что относительно слабо, хотя эмпирических исследований, посвященных этой проблематике, много. Объектом нашего исследования является карьер кирпичного завода, который находится на восточной окраине с. Новый Ток (Демидовский район, Ровенская область) в центральной части Вольнской возвышенности, в 27 км к югу от г. Луцк. С 2008 года, с момента прекращения функционирования кирпичного завода, в карьере имеет место первичная растительная сукцессия, которая сейчас находится на стадии молодости и характеризуется ростом биоразнообразия. По состоянию на осень 2019 года в карьере определены 72 вида растений, в том числе 6 видов деревьев, 1 вид кустарников и 65 видов трав. Исходя из результатов систематического анализа, среди выявленных видов преобладают представители семейств Asteraceae и Fabaceae. Определены преобладающие эколого-биологические группы растений в карьере: по отношению к освещению преобладают гелиофиты; в отношении к термическому режиму наибольшую долю составляют виды умеренно-теплого климата; в растительном покрове на современном этапе сукцессии в целом преобладают центральноевропейские виды. На основе анализа заселения растительными ассоциациями и появления межвидовой и внутривидовой конкуренции установлено, что растительная сукцессия в исследуемом карьере находится на стадии молодости. Также обнаружены гетерохронность и микроразнообразная дифференциация процессов сукцессии в разных участках карьера. Отличие прохождения стадий сукцессии в зависимости от особенностей рельефа взято за основу для микроразнообразия карьера. Установлено, что на современном этапе растительной сукцессии определяющими факторами качественного и количественного состава фитоценозов являются абиотические факторы карьера, особенно морфология и динамика рельефа, а также литолого-стратиграфическое строение отложений. Выявлена инициальная стадия почвенной сукцессии, что стало возможным в связи с накоплением значительного количества мортмассы в последние годы.

Ключевые слова: растительная сукцессия, фитоценоз, глиняный карьер, гетерохронность.

A. Bonchkovskiy, stud.,

O. Bezsmertna, Ph.D.

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

## FEATURES OF VEGETATION SUCCESSION IN THE LOESS QUARRY OF THE BRICK FACTORY IN NOVYI TIK VILLAGE (RIVNE REGION, UKRAINE)

Termination of quarries is the reason for the settlement of pioneer plants, which exploit "free" areas of soil in a certain sequence, called successions. The theoretical foundations of restorative plant successions in the quarries are still relatively poorly developed, although there is much empirical research on the subject. The object of our study is the quarry of a brick factory located in the eastern outskirts of the village. Novyi Tik (Demydiv district, Rivne region) in the central part of Volyn height, 27 km south of Lutsk. Since 2008, when the brick factory ceased to function in the quarry, there has been a primary plant succession, which is now at a youth stage and is characterized by an increase in biodiversity. As of autumn 2019, 72 plants species have been identified in the quarry, including 6 species of trees, 1 species of shrubs and 65 species of grasses. According to the results of the systematic analyze, the Asteraceae and Fabaceae families predominate. The prevailing ecological groups of plants in the quarry are determined: in relation to lighting prevail heliophytes; in relation to the thermal regime, the largest proportion is made up of temperate-warm climate species; in the vegetation cover at the present stage of succession, Central European species prevail. Based on the analysis of the population of plant associations and the appearance of interspecific and intraspecific competition, it is established that plant succession in the studied quarry is at a youth stage. Also, heterochrony and microzonal differentiation of succession processes in different parts of the quarry are found. The difference in the passage of succession stages depending on the features of the relief is taken as the basis for the quarry microzoning. It has been established that at the present stage of vegetation succession, the determining factor in the qualitative and quantitative composition of plant communities is abiotic quarry factors, especially morphology and relief dynamics and lithological-stratigraphic structure of deposits. The initial stage of soil succession was revealed, which became possible due to the accumulation of a significant amount of mortmass in recent years.

Keywords: vegetation succession, plant community, loess quarry, heterochronism.