

ДИНАМІКА ВІДНОВЛЮВАНОЇ РОСЛИННОСТІ ПІЩАНИХ КАР'ЄРІВ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Хом'як І.В., Гарбар Д.А., Андрійчук Т.В., Костюк В.С., Власенко Р.П.
Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. Велика Бердичівська, 40, 10005, Житомир
ecosystem_lab@ukr.net

Стаття присвячена проблемі відновлення природних екосистем у районі покинутих піщаних кар'єрів на території Центрального Полісся. В ній розглядається формування фітоценотичного різноманіття на різних елементах території виробки після припинення активної господарської діяльності. Розглядаються окремі аспекти динаміки формування рослинного покриву в різних умовах середовища та впливу на неї прямих і опосередкованих антропогенних факторів. Результати дослідження можуть послужити основою для покращення теоретичних моделей динаміки екосистем. Це дослідження має неабияке значення для підвищення ефективності та модернізації підходів до рекультивації. В тому числі розглядається можливість використання природних процесів формування рослинності. Обговорюється питання зміни пріоритетів процесу рекультивації – від повернення господарського потенціалу до отримання пакета екосистемних послуг. У результаті дослідження встановлено, що рослинність закинених піщаних кар'єрів Центрального Полісся належить до 12 класів, 20 порядків, 29 союзів, 58 асоціацій за класифікацією Браун Бланке. Рослинність досліджуваної території перебуває на відносно ранніх стадіях відновлення природної рослинності та належить до двох типів сукцесійних серій: заростання перелогів та відновлення в місці активного видобутку піску. Відновлення природних екосистем відбувається високими темпами відповідно до описаних раніше теоретичних моделей. Головний аттрактор динаміки пов'язаний із закономірним зростанням надземної фітомаси рослинних угруповань. Описані рослинні угруповання часто мають широкі екотони ділянки із численними незайнятими еконішами, що робить їх вразливими до проникнення інвазійних видів-трансформерів. Такі інвазії часто закінчуються формуванням катастрофічного клімаксу і перешкоджають повноцінному формуванню аборигенних фітоценозів. *Ключові слова*: рекультивація, природні екосистеми, інвазійні види-трансформери.

Dynamics of restoration vegetation of sand quarries of Zhytomyr Polissya. Khomiak I., Harbar D., Andriichuk T., Kostiuk V., Vlasenko R.

The article discusses the process of restoration of natural ecosystems in the area of abandoned sand quarries in Central Polissya. The formation of phytocenotic diversity on various elements of abandoned sand quarries after cessation of active human activity is considered here. We discuss some aspects of the dynamics of vegetation formation in different environmental conditions and the impact on it of direct and indirect anthropogenic factors. The results of the study can be the basis for improving theoretical models of the dynamics of natural ecosystems. This study is of great importance for improving the efficiency and modernization of modern approaches to the reclamation of disturbed areas. We consider the possibility of using natural processes of vegetation formation during the restoration of natural ecosystems and reclamation. We are discussing the issue of changing the priorities of the reclamation process. We propose to move from restoring the economic potential of the disturbed areas to receiving a package of ecosystem services after the restoration of natural ecosystems. It was studied that the vegetation of abandoned sand quarries in Central Polissya belongs to 12 classes, 20 orders, 29 unions, 58 associations according to the Brown Blanke classification. The vegetation of the study area is in the relatively early stages of restoration of natural vegetation. Ecosystem dynamics belong to two types of succession series: overgrowth of fallows and restoration in the place of active sand mining. Restoration of natural ecosystems occurs as described in previous theoretical models. The main attractor of dynamics is formed by the natural growth of aboveground phytomass of plant communities. The phytocenoses described by us have wide ecotone areas and are vulnerable to the penetration of invasive species of transformers. *Key words*: reclamation, natural ecosystems, invasive species of transformers.

Постановка проблеми. Відновлення природних екосистем після порушення їхньої структури та цілісності є однією із найбільш актуальних проблем сьогодення. Ця проблема може виникати в межах різних ландшафтів та під дією різних факторів [1]. Такі розриви в «пльвіці життя» (за В.І. Вернадським) ведуть за собою негативні наслідки не лише локального масштабу [2]. Вони через опосередкований вплив на сусідні екосистеми створюють регіональні екологічні проблеми. В результаті інтегруючої взаємодії в кінцевому результаті це стає глобальною проблемою. Коли сума цих порушень досягає критичної межі, тоді функціонування та основні параметри біосфери міняються, що несе загрози існуванню людства.

Актуальність досліджень. Плануючи свою діяльність щодо відновлення природних екосистем,

потрібно мати загальні уявлення про екосистемну динаміку та про те, як вона проявляється в конкретних умовах середовища. Для цього потрібно мати загальні теоретичні моделі та перевіряти їх на конкретних прикладах [3]. Лише після цього на основі теоретичних моделей можна вибудовувати прогностичні алгоритми та планувати діяльність відповідно до поставлених цілей.

Огляд попередніх підходів. Коли в ХХ столітті почалося обговорення та виникла практика відновлення території після порушень, то не йшлося про відновлення природних екосистем. Зазвичай ціллю рекультивації було відновлення господарського потенціалу території. Насамперед планувалася діяльність, спрямована на відновлення сільськогосподарських угідь або лісів промислового призна-

чення [4]. Відлуння цього підходу спостерігається на законодавчому рівні. Наприклад, у статті 52 Закону України «Про охорону земель» [5].

Натепер є усвідомлення, що відновлена територія може дати набагато більше ніж лісова плантація чи агроєкосистеми. Ідеться про цінність екосистемних послуг. Саме тому з'являються не лише нові методології рекультивації, але й нові цілі [6]. Новою ціллю для рекультивації є відновлення природних екосистем, які не будуть експлуатуватися, за винятком використання їхнього рекреаційного потенціалу [7]. При цьому велику увагу приділяють процесам природного відновлення порушених екосистем [8].

Для того щоб регенерація природних оселищ відповідала поставленим цілям та була максимально ефективною, необхідно створювати моделі динаміки відновлення екосистем та прогнози їхнього розвитку в різних умовах. Цьому сприяє проведення численних досліджень, в яких інтегруються геоботанічні методи роботи на місцевості із геологічними розвідками та використанням методів дистанційного зондування поверхні [9].

Мета та завдання дослідження – вивчення якісних змін у рослинному покриві під час відновлення природних екосистем у різних умовах середовища на території піщаних кар'єрів Житомирського Полісся. Відповідно до мети було поставлено такі завдання: описати і класифікувати рослинні угруповання покинутих піщаних кар'єрів; встановити залежність між умовами середовища та типом рослинних угруповань; визначити часові рамки щодо виникнення певних типів угруповань у конкретних умовах середовища.

Матеріали та методи досліджень.

Матеріалами є стандартні геоботанічні описи, зроблені в покинутих піщаних кар'єрах на території Центрального Полісся в період із 2004 по 2021 роки. Описи виконувалися за стандартною методикою стаціонарним і напівстаціонарним методами [10]. Класифікація рослинних угруповань здійснювалася за принципами школи Браун Бланке [11] відповідно до Продромусу рослинності України [12]. Рівень антропогенної трансформації встановлювався синфітоіндикаційним методом за шкалою Дідуха-Хом'яка [13]. Показник динаміки визначався за оригінальною методикою, розробленою лабораторією теорії екосистем Житомирського державного університету імені Івана Франка [14].

Результати досліджень та їхнє обговорення.

Рослинність досліджуваної території належить до 12 класів, 20 порядків, 29 союзів, 58 асоціацій. Синтаксономічна схема, згідно із системою Браун Бланке, має такий вигляд:

Lemnetea de Bolós et Masclans 1955: *Lemnetalia minoris* de Bolós et Masclans 1955: *Lemnion minoris* de Bolós et Masclans 1955: *Lemnetum minoris* Soó 1927, *Spirodeletum polyrhizae* W. Koch 1954, *Lemnetum gibbae* Miyawaki et J. Tx 1960; *Stratiotion* Den

Hartog et Segal 1964: *Hydrocharitetum morsus-ranae* Langendonck 1935, *Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae* Oberdorfer. 1957.

Potamogetea Klika in Klika et Novak 1941: *Potamogetalia* Koch 1926: *Ceratophyllion demersi* Den Hartog et Segal ex Passarge 1996: *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957, *Ceratophylletum submersi* Soó 1928; *Nymphaeion albae* Oberd 1957: *Myriophyllo-Nupharetum* Koch 1926, *Numpharo lutei-Nymphaetum albae* Tomasz 1977; *Potamogion* Libberd 1931: *Potametum natantis* Hild 1959.

Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941: *Nasturcio-Glycerietalia* Pignatti 1953: *Glycerio-Sparganion fluitans* Br.-Bl et Siss in Boer 1942: *Glycerietum fluitantis* Nowiński 1930; *Oenathetalia aquatica* Hejny ex Balátová-Tuláčková et al. 1993: *Eleocharito palustris-Sagittarion sagittifoliae* Passarge 1964: *Glycerio fluitantis-Oenantheum aquatica* Egger 1933, *Oenantheo aquatica-Roripetum amphibiae* Lohmeyer 1950, *Eleocharitetum palustris* Savič 1926, *Alopecuro-Alismatetum plantaginis-aquatica* Slavniæ Bolbrinker 1984; *Phragmitetalia* Koch 1926: *Phragmition* Koch 1926: *Phragmitetum australis* Savič 1926, *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953, *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930, *Iridetum pseudocaori* Egger 1933, *Schoenoplectetum lacustris* Chouard 1924, *Acoretum calami* Dagys 1932, *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 corr. Sumberová, Chytrý et Danihelka in Chytrý 2011; *Magnocaricetalia* Pignatti 1953: *Magnocaricion elatae* Koch 1926: *Caricetum elatae* Koch 1926, *Carici elatae-Calamagrostietum canescentis* Jilek 1958; *Magnocaricion gracilis* Géhu 1961: *Caricetum vesicariae* Chouard 1924, *Caricetum acutiformis* Egger 1933, *Caricetum gracilis* Savič 1926, *Carici acutae-Glycerietum maximae* Jilek et Valisek 1964.

Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae Tx. 1937: *Caricetalia fuscae* Koch 1926: *Caricion fuscae* Koch 1926: *Calamagrostietum neglectae* Steffen 1931, *Caricetum nigrae* Braun 1915; *Scheuchzerietalia palustris* R.Tx et Nordhagen 1937: *Scheuchzerion palustris* Nordhagen 1936: *Polytricho communis-Molinietum caeruleae* Hadač et Váňa 1967, *Sphagno fallacis-Phragmitetum australis* (Jeschke 1961) Passarge 1999, *Menyantho trifoliatae-Sphagnetum teretis* (Waren 1926) Dierssen 1982, *Carici-Menyanthetum* Soó 1955.

Oxycocco-Sphagnetea Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff et Paschier 1946: *Sphagnetalia medii* Kästner & Flössner 1933: *Sphagnion medii* Kästner and Flössner 1933: *Drosero rotundifoliae-Sphagnetum* Konishchuk 2009, *Ledo-Sphagnetum fusci* Du-Rietz 1921.

Molinio-Arrhenatheretea R.Tx 1937: *Galieta* veri Mirk. et Naum. 1986: *Agrostion vinealis* Sipaylova, Mirk., Shelyag et V.Sl. 1985: *Agrostio vinealis-Calamagrostietum epigeioris* (Shelyag et al. 1981) Shelyag, V.Sl. et Sipaylova 1985, *Agrostietum vinealis-tenuis* Shelyag et al. 1985, *Poo angustifoliae-Arrhenatheretum elatiori* Shevchyk et V.Sl. in Shevchyk et al., 1996, *Potentillo argenteae-Poetum angustifoliae*

Solomakha 1996, *Achillea submiefolium-Dactyletum glomeratae* Smetana, Derpoluk, Krasova 1997; *Molinetalia* Koch. 1926: *Mentha longifoliae-Juncion inflexi* T. Müller et Görs ex de Foucault 2009: *Juncetum effusi* (Pauca 1941) Soó 1947.

Epilobietea angustifolii Tx. et Preising ex von Rochow 1951: *Galeopsio-Senecionetalia sylvatici* Passarge 1981: *Epilobion angustifolii* Oberd. 1957: *Rubo-Chamaenerietum angustifolii* Hadač et al. 1969, *Calamagrostietum epigii* Juraszek 1928.

Robinietaea Jurco ex Hadač et Sofron 1980: *Cheledonio-Robinietaea* Jurco ex Hadač et Sofron 1980: *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron 1980: *Cheledonio-Pinetum sylvestris* (Gorelov 1997) Davydov comb. nova prov.; *Cheledonio-Robinion* Hadač et Sofron in Chytrý 2013: *Cheledonio-Robinietaea* Jurco 1963; *Chelidonio-Acerion negundo* L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1991: *Cheledonio-Aceratum negundi* L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1991; *Sambucetalia racemosae* Oberd. ex Doing 1962: *Sambuco-Salicion capreae* Tx. et Neum et Oberd. 1957: *Salicetum capreae* Schreier 1955.

Salicetea purpurea Moor 1958: *Salicetalia purpureae* Moor 1958: *Salicion albae* de Soó 1951: *Salici-Populetum* Meijer Drees 1936, *Populetum nigroalbae* Slavnić 1952.

Franguletea Doing ex Westhoff in Westhoff et Den Held 1969: *Salicetalia auritae* Doing 1962: *Salicion cinereae* Th.Müll et Görs ex Pass 1961: *Salicetum pentandro-cinereae* Pass 1961.

Artemisietea vulgaris Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951: *Agropyretalia intermedio-repentis* Th.Müll et Görs 1969: *Convolvulo-Agropyron repentis* Görs 1966: *Agropyretum repentis* Felföldy 1942, *Poa compressae-Tussilaginetum farfarae* R. Tx. 1931; *Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadač 1944: *Arction lappae* R.Tx 1937: *Echio-Verbascetum* Sissingh 1950; *Dauco-Melilotenion* Görs ex Rostański et Gutte 1971: *Berteroetum incanae* Sissingh et Tideman ex Sissingh 1950, *Dauco-Picridetum hieracioidis* Görs 1966; *Onopordion acanthii* Br.-Bl et al. 1926: *Potentillo-Artemisietum absintii* Faliński 1965.

Polygono arenastri-Poëtea annuae Rivas-Martínez 1975: *Polygono arenastri-Poëtaea annuae* Tx. in Géhu et al. 1972 corr. Rivas Martínez et al. 1991: *Saginion procumbentis* Tüxen et Ohba in Géhu et al. 1972: *Herniarietum glabrae* (Hohenester 1960) Hejný et Jehlík 1975, *Poetum annuae* Gams 1927.

Plantagenetea majoris Tx. et Preising ex von Rochow 1951: *Potentillo-Polygonetalia avicularis* R. Tx. 1947: *Plantagini-Prunellion* Eliáš 1980: *Juncetum tenuis* Schwick. 1944.

Рослинність досліджуваної території перебуває на відносно ранніх стадіях відновлення природної рослинності. За цією ознакою її можна розділити на дві групи сукцесійних серій: рослинності перелогів та рослинності виробки. В кожній групі добре помітна велика кількість екотонних ділянок.

Водна рослинність, розташована на дні кар'єрів, належить переважно до мезотрофного або до оліго-мезотрофного типу. Евтрофні водойми, заселені представниками класу *Lemnetea*, трапляються рідко. Вони присутні лише в сильно антропоізованих неглибоких кар'єрах зі значним біогенним забрудненням. Найчастіше трапляються угруповання асоціації *Potametum natantis*. Лише на півночі Центрального Полісся частішають випадки трапляння асоціації *Nympharo lutei-Nymphaetum albae*. Прибережно-водна рослинність розташована широкими смугами навколо водойм. Найчастіше це асоціація *Phragmitetum australis*. Мезотрофні та оліготрофні болотні угруповання формуються в кар'єрах на північній межі Центрального Полісся.

Угруповання злаковників займають найбільшу площу досліджуваної території. В межах виробітку вони трапляються невеликими фрагментами, розташовані і практично суцільним масивом за його межами. Переважно це мезофітні та мезоксерофітні луки порядку рослинних угруповань *Galietalia veri*. Мезофітні та мезогірофітні луки трапляються набагато рідше. Лише під час прокладання ґрунтових доріг над ділянками із водонепроникними глинами формується асоціація *Juncetum effusi*. Навколо кар'єрів величезні площі займають угруповання класу *Epilobietea angustifolii*.

Оселища, що сформовані фанерофітами, зазвичай перебувають на ранніх стадіях формування. На перелогах віддалених від насаджень корінних лісів формуються угруповання, близькі до асоціації *Salicetum capreae* класу *Robinietaea*. На схилах кар'єру формування суцільного деревного покриву відбувається за нестандартною схемою. Тут він утворюється раніше, ніж суцільний покрив злаковників. Це відповідає спостереженням Яна Фроза (Frouz Jan) та його колег [12; 15]. За умов інвазії *Robinia pseudoacacia* L. формуються угруповання порядку *Cheledonio-Robinietaea*. Ще однією формою похідних лісів є молоді вербово-тополеві насадження класу *Salicetea purpurea*. На більш ранніх стадіях утворюються ценози типових верболізів (клас *Franguletea*). В таких угрупованнях переважають різні представники роду *Salix* за участю флори класів похідних лісів.

Рудеральні оселища представлені угрупованнями класів *Artemisietea vulgaris*, *Polygono arenastri-Poëtea annuae* та *Plantagenetea majoris*. Це переважно пірийники, полинники [16; 17; 18] та угруповання, утворені під дією надмірного витоупування в районі ґрунтових доріг і стежок. Рудеральні угруповання містять неповноцінні упаковки еконіш, тому вони найбільш вразливі до вторгнення інвазійних видів [19]. Наприклад, в угруповання класу *Artemisietea vulgaris* часто проникає *Solidago canadensis* L.

Висновки.

Рослинність закинутих піщаних кар'єрів Центрального Полісся належить до 12 класів, 20 порядків, 29 союзів, 58 асоціацій.

Рослинність досліджуваної території перебуває на відносно ранніх стадіях відновлення природної рослинності та належить до двох типів сукцесійних серій: перелогів та виробки.

Рослинні угруповання часто мають ознаки екотонів та численні незайняті еконіші, що робить їх вразливими до проникнення інвазійних видів-трансформерів.

Література

1. Хом'як І.В. Особливості антропогенного впливу на природну динаміку екосистем Українського Полісся. *Екологічні науки*. 2018. № 1. С. 69–73.
2. Вибрані наукові праці академіка В.І. Вернадського: Геохімія живої речовини / редакційна рада НАН України, Коміс. з наук. спадщини акад. В.І. Вернадського, Нац. б-ка України ім. В.І. Вернадського, Ін-т зоології ім. І.І. Шмальгаузена, Ін-т геохімії навколиш. середовища. Київ : Наук. думка, 2012. Т. 4. 504 с.
3. Ivan Khomiak, Oleksandr Harbar, Nataliia Demchuk, Iryna Kotsiuba, and Iryna Onyshchuk. Above-ground phytomas dynamics in autogenic succession of an ecosystem. *Forestry ideas*. 2019. No. 1. P. 136–146.
4. Логинов Б.И., Попа Ю.Н., Козак А.В. Методические рекомендации по лесной рекультивации загазованной поверхности угольных шахт Донбасса. Киев : Изд. УСХА, 1990. 8 с.
5. Закон України «Про охорону земель». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text> (дата звернення: 12.12.2021).
6. Швіндлерман С.П., Зацепіна Д.Я., Голубнича С.В., Федорова В.В. Стасенко В.А. Фітооптимізація техногенних ландшафтів. Донецьк : Видавництво Донецького держ. ун-ту, 1999. 275 с.
7. Macdonald S. Ellen, Landhäusser Simon M., Skousen Jeff, Franklin Jennifer, Frouz Jan, Hall Sarah, Jacobs Douglass F., Quideau Sylvie. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions. *New Forests*. 2015. No 5. P. 703–732.
8. Frouz Jan, Mudrák Ondřej, Reitschmiedová Erika, Walmsley Alena, Vachová Pavla, Šimáčková Hana, Albrechtová Jana, Moradi Jabbar, Kučera Jiří. Rough wave-like heaped overburden promotes establishment of woody vegetation while leveling promotes grasses during unassisted post mining site development. *Journal of Environmental Management*. 2018. No. 205. P. 50–58.
9. Bren A., Khomiak I., Khomiak O. Application of a comprehensive analysis of renewable vegetation of sand quarries. *Sustainable development of the country in the framework of European integration : Abstracts of the All-Ukrainian scientific-practical conference of applicants for higher education and young scientists*. Zhytomyr. 2021. P. 74.
10. Юнатов А.А. Типы и содержание геоботанических исследований. Пробные площади и экологические профили. В кн. *Полевая геоботаника*, т. 3. Ленинград : Изд-во АН СССР, 1972. С. 7–38.
11. Braun-Blanquet J. Grundzüge der Vegetationskunde. In: *Pflanzensoziologie*. Berlin : Verlag von Julius Springer, 1964. 865 S.
12. Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Ємельянова С.М., Багрикова Н.О., Борисова О.В., Борсукевич Л.М., Винокуров Д.С., Гапон С.В., Гапон Ю.В., Давидов Д.А., Дворецкий Т.В., Дідух Я.П., Жмуд О.І., Козир М.С., Конішук В.В., Куземко А.А., Пашкевич Н.А., Рифф Л.Е., Соломаха В.А., Фельбаба-Клушина Л.М., Фіцайло Т.В., Чорна Г.А., Чорней І.І., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Якушенко Д.М. Прогноз рослинності України / за ред. Д.В. Дубина, Т.П. Дзюба. 2019. Київ : Наукова думка, 782 с.
13. Хом'як І.В., Василенко О.М., Гарбар Д.А., Андрійчук Т.В., Костюк В.С., Власенко Р.П., Шпаковська Л.В., Демчук Н.С., Гарбар О.В., Онишук І.П., Коцюба І.Ю. Методологічні підходи до створення інтегрованого синфітоіндикаційного показника антропогенної трансформації. *Екологічні науки*. 2020, № 5 (32). Т. 1. С. 136–141.
14. Khomiak I., Onishchuk I., Demchuk N. Phytoindicators of ecosystem dynamics in Ring-banc Ukrainian Polissia. *ScienceRise: Biological Science*. 2018 No. 4. P. 25–30.
15. Kapets N.V., Barsukov O.O., Vynokurov D.S., Khomyak I.V. Pioneer lichen communities of the Teteriv River Basin (Ukraine). *Acta Botanica Hungarica* 2018. No. 3–4. P. 331–355.
16. Хом'як І.В., Шамоніна М.І. Тератрансформаційний потенціал представників роду осокові (*Carex*). *Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції* : тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. Житомир. 2021. С. 12.
17. Черняєва О.П., Хом'як І.В. Тератрансформаційний потенціал *Elymus repens* (L.) GOULD. *Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції* : тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. Житомир. 2021. С. 18.
18. Лещенко Д., Хом'як І.В. Рекультивативний та тератрансформаційний потенціал *Carex hirta* L. *Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції* : тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. Житомир. 2021. С. 54.
19. Хом'як І.В. Вплив інвазій видів-трансформерів на динаміку рослинності перелогів Українського Полісся. *Біоресурси і природокористування*. 2018. № 1–2. С. 29–35.