



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.03.142>

RESEARCH ARTICLE

Синтаксономія відновлюваної рослинності кар'єрів Центрального Полісся

Іван В. ХОМ'ЯК 

Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська 40, Житомир 10005, Україна

Abstract. Syntaxonomy of restoration vegetation in quarry sites in Central Polissya of Ukraine, including 25 classes, 36 orders, 62 alliances, 116 associations, and two unranked communities, is presented. Based on the frequency of occurrence of vegetation plots, we have identified typical and atypical environments in existing and abandoned quarries. The classes *Molinio-Arrhenatheretea*, *Artemisietea vulgaris*, *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Plantagenetea majoris*, and *Epilobietea angustifolii* were found to be the most common. A Predominance of the grassland stage in vegetation restoration under significant or moderate anthropogenic impact is demonstrated. The environmental factors and features of seed dispersal affect the mode and tempo of vegetation restoration in disturbed habitats of open pit mining. Meadow vegetation is predominant on the plateau around the zone of active production; herbaceous and woody plants penetrate the slopes simultaneously. Steep vertical outcrops of crystalline rocks for a long time remain uninhabited by higher vascular plants. Plants grow exclusively in the crevices of crystal blocks filled with loose rocks, soil, and small organic residues. On the slopes of loose sedimentary rocks, the meadow stage is not gradually transformed into the phanerophyte stage. The rate of vegetation restoration depends on the slope angle. Such successions form large ecotone areas due to numerous unfilled ecological niches in the quarry ecosystems. These areas are most vulnerable to the penetration of invasive plant species.

Keywords: disturbed habitats, ecosystem dynamics, phytocenotic diversity, primary successions

Article history. Submitted 29 November 2021. Revised 09 June 2022. Published 29 June 2022

Citation. Khomiak I.V. 2022. Syntaxonomy of restoration vegetation in quarries in Central Polissya. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(3): 142–153. [In Ukrainian.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.03.142>

Affiliation. Zhytomyr Ivan Franko State University, 40 Velyka Berdychivska Str., Zhytomyr 10008, Ukraine: I.V. Khomiak.

*Corresponding author (e-mail: ecosystem_lab@ukr.net)

Вступ

Вивчення динаміки рослинності на порушених екоотопах має велике теоретичне та прикладне значення. З одного боку, ми отримуємо можливість краще прогнозувати відновлення природного рослинного покриву, що дозволяє обирати ефективніші методи рекультивациі (Khomiak, 2011; Vaasc et al., 2012). З іншого, такі об'єкти є чудовими полігонами для вивчення динаміки рослинності за різних едафічних умов (Hobbs, 2004). Тут ми можемо спостерігати за первинними сукцесіями безпосередньо в районі гірничих робіт, або за вторинними на деяких елементах відвалів чи перелогах поруч із виробкою (Zhang et al., 2018).

З другої половини ХХ століття такі об'єкти привертати увагу дослідників. Так, Р.Г. Білик та Я.П. Дідух провели дослідження відвалів Товтровоного кряжу (Bilyk, Didukh, 1999). Вони встановили напрямки та стадії сукцесії, які відбуваються на дослідженій території, та синтаксономічний склад рослинності. Було визначено, що на динаміку рослинного покриву впливають випадковість опанування видами екологічних ніш, умови середовища та його трансформація, в тому числі за дії антропогенного фактора. Подібні висновки зроблені багатьма дослідниками щодо інших об'єктів та регіонів (Bashutska, 2006; Parpan, Nespliak, 2011; Povkh, Zhukov, 1995; Zhukov, 2011, 2012).

© 2022 I.V. Khomiak. Published by the M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

Центральне Полісся за своєю геологічною будовою – дуже неоднорідний регіон. Протягом тривалого часу тут проводиться видобування мінеральної сировини, що відрізняється за фізичними та хімічними параметрами. Тут у промисловий спосіб отримують кристалічні породи (магматичні – граніти, лабрадорити, габро та ін.; метаморфічні – кварцити, пірофіліти тощо) та рихлі осадові породи (піски, глинисті породи, каолін тощо). Після розпаду СРСР велика частина цих промислових об'єктів припинила свою діяльність, внаслідок чого спостерігається відновлення природної рослинності протягом різного часу – від 1 до 30 років. Це робить Центральне Полісся хорошим полігоном для дослідження динаміки рослинності (Khomiak et al., 2019).

Оскільки сукцесії поєднують в собі ендоекогенез і сингенез, то вивчення процесів, що відбуваються на порушених оселищах, потребує дослідження динаміки фітоценозів. Особливості розподілу синтаксонів рослинних угруповань на різних однотипних елементах гірничих виробок дає багато інформації для моделювання та прогнозування динаміки рослинності в таких умовах.

Метою нашого дослідження було визначити загальне фітоценотичне різноманіття районів гірничих виробок і встановити залежність між характеристиками екотопів і локальним різноманіттям. Відповідно до мети було поставлено такі завдання: (1) класифікувати рослинні угруповання районів гірничих виробок за принципами еколого-флористичної класифікації Браун-Бланке; (2) визначити рівень фітоценотичного різноманіття для окремих класів рослинних угруповань; (3) встановити найбільш загальні залежності між характеристиками оселищ та присутністю в них угруповань певних синтаксонів.

Матеріали та методи

Польові дослідження проводилися з використанням маршрутно-експедиційних і напівстаціонарних методів. Матеріалами були геоботанічні описи, зібрані в районі діючих і покинутих гірничих виробок на території Центрального Полісся в період 2004–2021 рр. Легенда опису містила характеристику місцезнаходження з географічними координатами, екологічних умов, положення в рельєфі, особливостей ґрунтового покриву, експозиції та крутизни схилу, розмірів та обрису

Український ботанічний журнал, 2022, 79(3)

досліджуваної ділянки. До відомостей про склад і структуру рослинного покриву входила інформація про ярусність, висоту окремих груп рослин, наявність мортмаси, опаду та підстилки. Основою опису був перелік видів рослин та їхнього проективного покриття. Виконання геоботанічних описів здійснювалося із застосуванням еколого-флористичних підходів до опису рослинних угруповань школи Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964). Під час досліджень територія розбивалася на приблизно рівні за площею квадрати. Для опису обиралися відносно гомогенні ділянки за ознаками мікрорельєфу, едафічних умов, структури та видового складу біоти. Розміри ділянок співвідносилися із висотою домінантів верхніх ярусів. Для лучної, водної та наскельної рослинності вони дорівнювали приблизно 2×2 м, для прибережно-водної 5×5 м, для чагарникової та для молодих похідних лісів 10×10 м, для іншої лісової рослинності 25×25 м. При цьому, робили поправку на конфігурації ділянки, обраної для опису. Якщо угруповання розміщувалося у вигляді смужки, то опис займав усю її ширину, а довжина обиралася з огляду на вищевказані площі ділянок (Yunatov, 1972). Під час рекогносціювання, розбивки території на ділянки та безпосереднього створення опису використовувалися матеріали, отримані з карт місцевості та ґрунтів за допомогою GPS-навігатора. Крутизна схилу та експозиція визначалися з використанням мобільних додатків "GPSTest" та "Clinometr". Проективне покриття визначали відповідно до семибальної шкали Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1928). Для обробки описів в програмі Simagrl 1.12 було здійснене перетворення шкали із семибальної в п'ятибальну. У цій шкалі для проективного покриття виду вище 75% присвоювалися 5 балів; від 50 до 75% – 4 бали; від 25 до 50% – 3 бали; від 5 до 25% – 2 бали і менше 5% – 1 бал. Описи заносили в базу даних із використанням програми Turboveg for Windows 2.0. (Hennekens, Schaminee, 2001; Hennekens, 2009). Антропогенний вплив та показники факторів середовища визначалися з використанням методів синфітоіндикації у програмі Simagrl 1.12 (Didukh, 2012; Khomiak et al., 2020). Інтегрований показник антропогенної трансформації було обраховано за 18-бальною шкалою Дідуха–Хом'яка (Khomiak et al., 2020). Усі описи були об'єднані в програмі Turboveg for Windows й експортовані в програму JUICE 7.1.29 у вигляді файлів таблиць XML. Відкриті фітоценотичні таблиці збережено в форматі

WCT (Table format WCT– JUICE). Було проведено перевірку на можливість дублювання видів, схожі між собою описи об'єднано за допомогою кольорового кодування. Після цього було використано інтегровану в JUICE програму TWINSPAN, яка згрупувала описи у кластери на основі аналізу та сортування видів у синоптичній таблиці відповідно до їхньої вірності. У синоптичних таблицях було проведено процедуру виділення діагностичних, константних і домінантних видів. Отримані фітоценони ідентифікували за допомогою порівняння блоків діагностичних видів із наведеними в "Продромусі рослинності України" (Dubyna et al., 2019). Назви видів вищих судинних рослин подано переважно за "Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist" (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999).

Для визначення часу й темпу відновлення угруповань деревної рослинності використовували віковий спектр локальних популяцій *Pinus sylvestris* L. Під час стаціонарних та напівстаціонарних досліджень пошкодження рослин або їхнє видалення впливає на майбутні результати спостережень, що неприпустимо. Отже, необхідно обирати організми, які дозволяють визначати їхній вік без ушкоджень для них та, які часто трапляються на досліджуваній території. Особливості формування крони у *P. sylvestris* та поширення виду в районі кар'єрів Центрального Полісся дозволяють використовувати його як модельний.

Результати

За результатами класифікації було виділено 118 фітоценонів. У подальшому вони були віднесені до 116 асоціацій і двох безрангових угруповань, які об'єднано у 25 класів, 36 порядків, 62 союзів. Синтаксономічна схема має такий вигляд:

Lemnetea de Bolós et Masclans 1955: *Lemnetalia minoris* de Bolós et Masclans 1955: *Lemnion minoris* de Bolós et Masclans 1955: 1974, *Lemnetum minoris* Soó 1927.

Potamogetea Klika in Klika et Novak 1941: *Callitricho hamulatae-Ranunculetalia aquatilis* Passarge ex Theurillat in Theurillat et al. 2015: *Ranunculion aquatilis* Passarge ex Theurillat in Theurillat, Mucina & Hájek 2015: *Hottonietum palustris* R.Tuxen 1937. *Potamogetalia* Koch 1926: *Potamogion* Libberd 1931: *Potametum natantis* Hild 1959; *Ceratophyllion demersi*

Den Hartog et Segal ex Passarge 1996: *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957, *Ceratophylletum submersi* Soó 1928.

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; *Phalaridion arundinaceae* Kopecký 1961: *Phalaroidetum arundinaceae* Libb. 1931; *Oenathetalia aquatica* Hejny ex Balátová-Tuláčková et al. 1993: *Eleocharito palustris-Sagittarion sagittifoliae* Passarge 1964: *Oenanthetum aquatica* Soó ex Neuhausl 1959; *Glycerio fluitantis-Oenanthetum aquatica* Egger 1933; *Eleocharitetum palustris* Savič 1926, *Alopecuro-Alismatetum plantaginis-aquaticae* Slavniæ Bolbrinker 1984; *Phragmitetalia* Koch 1926: *Phragmition* Koch 1926: *Phragmitetum australis* Savič 1926, *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 corr. Šumberová, Chytrý et Danihelka in Chytrý 2011, *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953, *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930, *Iridetum pseudacori* Egger 1933, *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930. *Magnocaricion gracilis* Géhu 1961: *Caricetum vesicariae* Chouard 1924, *Caricetum acutiformis* Egger 1933, *Caricetum gracilis* Savič 1926, *Carici acutae-Glycerietum maximae* Jilek et Valisek 1964, *Magnocaricion elatae* Koch 1926: *Caricetum elatae* Koch 1926, *Caricetum buxbaumii* Issler 1932, *Carici elatae-Calamagrostietum canescentis* Jilek 1958.

Molinio-Arrhenatheretea R.Tx 1937: *Galiotalia 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 submifolium-Dactyletium glomeratae* Smetana, Derpoluk, Krasova 1997, *Carici praecoci-Alopecuretum pratensis* Mirkin in Denisova et al. 1986, *Koelerio-Agrostietum vinealis* (Sipaylova et al. 1985) Shelyag et al. 1987; *Bromopsidetum inermis* Shvergunova et al. 1984; *Arrhenatheretalia elatioris* Tüxen 1931: *Arrhenatherion elatioris* Luquet 1926: *Trifolio-Festucetum rubrae* Oberdorfer 1957, *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis* Sillinger 1933, *Festucetum pratensis* Soó 1938, *Poëtum pratensis* Ravarut, Cazac et Turenschi 1956, *Festucetum pratensis* Soó 1938, *Festuco pratensis-Deschampsietum caespitosae* Turubanova 1986; *Cynosurion cristati* Tx.

1947: *Lolietum perennis* Gams 1927; *Molinetalia* Koch. 1926: *Mentho longifoliae-Juncion inflexi* T.Müller et Görs ex de Foucault 2009: *Juncetum effusi* (Pauca 1941) Soó 1947; *Calthion palustris* R.Tx 1937: *Scirpetum sylvatici* Ralski 1931; *Deschampsion caespitosae* Horvatic 1930: *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shel.-Sos. et al. 1987, *Agrostio caninae-Alopecuretum pratensis* Kuzemko 2012; *Filipendion ulmariae* Segal in Westhoff & den Held 1969: *Lysimachio-Filipenduletum* Balátová-Tuláčková 1978.

Calluno-Ulicetea Br.-Bl. et Tüxen ex Klika et Hadač 1944: *Vaccinio myrtilli-Genistetalia pilosae* Schubert ex Passarge 1964: *Calluno-Genistion pilosae* P. Duvigneaud 1945: *Calluno-Genistetum* R.Tx 1937, com. *Calluna vulgaris*.

Nardetea strictae Rivas Goday et Borja Carbonell in Rivas Goday et Mayor López. 1966: *Nardetalia* Preis. 1950: *Violion caninae* Schwekerath 1944: *Polygalo vulgaris-Nardetum strictae* Oberd. 1957, *Calluno-Nardetum* Hrync 1959.

Trifolio-Geranietea Th.Müll. 1962: *Origanetalia* Th.Müll. 1962: *Trifolion medii* Th.Müll. 1962: *Agrimonio eupatoriae-Trifolietum medii* (T.Müller 1962) Dengler et al. 2003. *Trifolio-Melampyretum nemorosi* Dierschke 1973, *Vicio cassubicae-Trifolietum* Passarge 1979, *Artemisio-Peucedanum oreosolini* Passarge 1979.

Sedo-Scleranthetea Br.-Bl. 1955: *Alyso alyssoidis-Sedetalia albi* Moravec 1967: *Alyso alyssoidis-Sedion* Oberdorfer et Müller in Müller 1961: *Sedo acridianthetum hypanicii nova*, *Sedo-Scleranthetalia* Br.-Bl. 1955: *Hyperico perforati-Scleranthion perennis* Moravec 1967: *Thymo pulegioidis-Sedetum sexangularis* Didukh et Kontar 1998.

Epilobieteae angustifolii Tx. et Preising ex von Rochow 1951: *Galeopsio-Senecionetalia sylvatici* Passarge 1981: *Fragarion vescae* Tüxen ex von Rochow 1951: *Rubo idaei-Sambucetum ebuli* Jarolímek et al. 1997; *Epilobion angustifolii* Oberd. 1957: *Rubo-Chamaenerietum angustifolii* Hadač et al. 1969, *Rubetum idaei* Gams 1927, *Calamagrostietum epigii* Juraszek 1928.

Robinietea Jurco ex Hadač et Sofron 1980: *Chelidonio-Robinietalia* Jurco ex Hadač et Sofron 1980: *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron 1980: *Cheledonio-Pinetum sylvestris* (Gorelov 1997) Davydov, *Chelidonio-Acerion*

negundo L.Ishbirdin et A.Ishbirdin 1991: *Cheledonio-Aceratum negundi* L.Ishbirdin et A.Ishbirdin 1991, *Poo nemoralis-Carpinetum* Kramarets et V.Sl. 1995; *Cheledonio-Robinion* Hadač et Sofron in Chytrý 2013: *Cheledonio-Robiniatum* Jurco 1963, *Geo-Acerion platanoidis* L.Ishbirdina et A.Ishbirdin. 1991: *Geo-Aceretum platanoidis* L.Ishbirdina et A.Ishbirdin 1991; *Sambucetalia racemosae* Oberd. ex Doing 1962: *Sambuco-Salicion capreae* Tx. et Neum et Oberd. 1957: *Sambucetum racemosae* Noirfalise in Lebr. et al. ex Oberd. 1973, *Salicetum capreae* Schreier 1955.

Rhamno-Prunetea Rivas Goday et Borja Carbonell ex Tüxen 1962: *Prunetalia spinosae* R.Tx 1952: *Berberidion vulgaris* Br.-Bl. ex Tx. 1952: *Sambuco-Prunetum spinosae* Doing 1962; *Pruno spinosae-Rubion radulae* Weber 1974: *Rubo fruticosi-Prunetum spinosae* Web 1974 n. inv. Witting 1974; *Prunion spinosae* Soó (1931) 1940: *Prunetum spinosae* R.Tx. 1952.

Lonicero-Rubetea plicati Haveman, Schaminée et Stortelder in Stortelder et al. 1993: *Rubetalia plicati* Weber in Pott 1995: *Lonicero-Rubion sylvatici* Tx. et Neumann ex Wittig 1977: *Frangulo-Rubetum plicati* Neum. in R.Tx. 1952, *Rubetum sylvatici* H.E.Weber in Ri.Pott 1995.

Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939. *Pinetalia sylvestris* Oberdorfer 1957: *Dicrano-Pinion* (Libbert 1933) Matuszkiewicz 1962: *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1927, *Dicrano-Pinetum* Preising et Knapp ex Oberdorfer 1957, *Peucedano-Pinetum* W.Mat (1962) 1973, *Veronico incanae-Pinetum* Bulokhov et Solomeshch 2003.

Carpino-Fagetea sylvaticae Jakucs ex Passarge 1968: *Aceretalia pseudoplatani* Moor 1976: *Alnion incanae* Pawłowski et al. 1928: *Ficario-Ulmetum minoris* Knapp 1942, *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae* Lohm 1957, com. *Carici brizoidi-Alnus glutinosa*; *Carpinetalia betuli* Fukarek 1968: *Carpinion betuli* Issl. 1931: *Galeobdoloni luteae-Carpinetum* Shevchyk Bakalyna et V.Sl 1996, *Tilio cordatae-Carpinetum* Tracz 1962, *Stellario holosteeae-Carpinetum betuli* Oberdorfer 1957; *Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani* Klika 1955: *Poo nemoralis-Tilietum cordatae* Yakushenko 2004.

Quercetea pubescentis Doing Kraft ex Scamoni et Passarge 1959: *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933: *Quercion petraeae* Issler 1931: *Potentillo albae-Quercetum* Imchenetzky 1926 n. inv. Heinis 1933.

Quercetea robori-petraeae Br.-Bl. et Tüxen ex Oberdorfer 1957: *Quercetalia roboris* R.Tx. 1931: *Pino-Quercion* Medw.-Korn. 1959: *Quercu roboris-Pinetum* (W.Mat. 1981) J.Mat. 1988, *Quercion robori-petraeae* Malcuit 1929: *Calamagrostio arundinacea-Quercetum petraeae* (Hartmann 1934) Scan et. Pass. 1959.

Salicetea purpurea Moor 1958: *Salicetalia purpureae* Moor 1958: *Salicion albae* de Soó 1951: *Salici-Populetum* Meijer Drees 1936, *Populetum nigro-albae* Slavnić 1952; *Salicion triandrae* Müller et Görs 1958: *Salicetum triandrae* Malcuit ex Noirfalise in Lebrun et al. 1955,

Alnetea glutinosae Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff, Dijk et al. 1946: *Alnetalia glutinosae* R.Tx 1937: *Alnion glutinosae* Malcuit 1929: *Ribeso nigri-Alnetum* Sol.-Gorn (1975) 1987, *Calamagrostio canescenti-Alnetum glutinosae* Mikoška 1956.

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, *Betulo-Salicetum repentis* Oberd. 1964.

Stellarietea mediae R.Tx., Lohmaer et Preisling 1950: *Aperetalia spicae-venti* J. Tx. & Tx. in Malato-Beliz et al. 1960: *Scleranthion annui* (Kruseman et Vlieger 1939) Sissingh in Westhoff et al. 1946: *Centaureo-Aperetum spicae-venti* Solomakha 1989, *Violo arvensis-Centaureetum cyani* Solomakha 1989, *Aphano-Matricarietum* R.Tx 1937; *Galeopsis bifidae* Abramova in Mirkin et al. 1985: *Apero spicae-venti-Papateretum rhoeadis* Solomakha 1987; *Atriplici-Chenopodietalia albi* (Tx. 1937). Nordhagen 1940: *Panico-Setarion* Sissingh in Westhoff et al. 1946: *Echinochloo-Setarion* Felföldy corr. 1942 Mucina in Mucina et al. 1993.

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, *Poo compressae-Tussilaginetum farfarae* R.Tx. 1931; *Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadač 1944: *Arction lappae* R.Tx 1937: *Arctietum lappae* Felföldy 1942, *Arctio-Artemisietum vulgaris* Oberd. Ex Seybold. et Th. Mull. 1972, *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, *Pastinaco sativae-Daucetum carotae* Kost. in V.Solomakha et al. 1992, *Artemisio-Tanacetetum vulgaris* Br.-Bl. 1931; *Onopordion acanthii* Br.-Bl. et al. 1926: *Potentilo-Artemisietum absintii* Faliński 1965,

Polygono arenastri-Poëtea annuae Rivas-Martínez 1975: *Polygono arenastri-Poëetalia 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) Hejny et Jehlík 1975, *Poetum annuae* Gams 1927; *Polygono-Coronopion* Sissingh 1969: *Polygonetum arenastri* Gams 1927 corr. Láníková in Chytrý 2009.

Plantagenetea majoris Tx. et Preisling ex von Rochow 1951: *Potentillo-Polygonetalia avicularis* R.Tx. 1947: *Plantagini-Prunellion* Eliáš 1980: *Agrostio tenuis-Poetum annuae* Gutte et Hilbig 1975; *Potentillion anserinae* Tüxen 1947: *Rumici crispi-Agrostietum stoloniferae* Moor 1958, *Potentilletum anserinae* Rapaics 1927, *Potentilletum reptantis* Eliáš 1974, *Ranunculo-Alopecuretum geniculati* R.Tx 1937, *Juncetum tenuis* Schwick. 1944, *Festuco pratensis-Plantaginetum* Balserc et Pawlak 2000, *Prunello-Plantaginetum* Faliński 1963.

Galio-Urticetea Passrge et Kopecký 1969: *Convolvuletalia sepium* Tx. ex Moor 1958: *Senecionion fluviatilis* Tüxen ex Moor 1958: *Calystegio-Angelicetum archangelicae* Pass 1959, com. *Rubus caesius*, *Rudbeckio laciniatae-Solidaginetum canadensis* Tx. et Raabe ex Fijałkowski 1978; *Galio aparines-Alliarietalia petiolatae* Oberdorfer ex Görs et. T.Müller 1969: *Aegopodion podagrariae* R.Tx. 1967: *Elytrigio repentis-Aegopodietum podagrariae* Tüxen 1967.

Bidentetea tripartiti Tx. et al. ex von Rochow 1951: *Bidentetalia tripartiti* Br.-Bl. et R.Tx. ex Klika et Hadač 1944: *Bidention tripartiti* Nordhagen ex Klika et Hadač 1944: *Polygonetum hydropiperis* Passarge 1965, *Bidentetum tripartitae* Miljan 1933.

Обговорення

За фітоценотичною різноманітністю, що визначалася за кількістю асоціацій рослинності, виявлені класи рослинних угруповань можна розділити на три групи (табл. 1). До першої групи входять класи із найвищою фітоценотичною різноманітністю: прибережно-водної рослинності *Phragmiti-Magnocaricetea* та лучної – *Molinio-Arrhenatheretea*. Оскільки при

Таблиця 1. Фітоценотична різноманітність відновлюваної рослинності кар'єрів Центрального Полісся

Table 1. Phytocoenotic diversity of restoration vegetation in quarries in Central Polissya

Клас рослинного угруповання	Кількість		
	порядків	союзів	асоціацій та безрангових угруповань
<i>Phragmiti-Magnocaricetea</i>	3	6	19
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	3	7	19
<i>Artemisietea vulgaris</i>	2	4	9
<i>Robinietea</i>	2	5	7
<i>Carpino-Fagetea sylvaticae</i>	2	3	6
<i>Stellarietea mediae</i>	2	3	5
<i>Plantagenetea majoris</i>	1	2	5
<i>Potamogetea</i>	2	4	4
<i>Epilobietea angustifolii</i>	1	2	4
<i>Vaccinio-Piceetea</i>	1	1	4
<i>Rhamno-Prunetea</i>	1	3	3
<i>Salicetea purpurea</i>	1	2	3
<i>Polygono arenastri-Poëtea annuae</i>	1	2	3
<i>Galio-Urticetea</i>	1	2	3
<i>Nardetea strictae</i>	1	1	2
<i>Trifolio-geranietea</i>	1	1	2
<i>Sedo-Scleranthetetea</i>	2	2	2
<i>Lonicero-Rubetea</i>	1	1	2
<i>Quercetea robori-petraeae</i>	1	2	2
<i>Alnetea glutinosae</i>	1	1	2
<i>Bidenetea tripartiti</i>	1	1	2
<i>Lemneteа</i>	1	1	1
<i>Calluno-Ulicetea</i>	1	1	1
<i>Quercetea pubescentis</i>	1	1	1
<i>Franguletea</i>	1	1	1

створенні кар'єру практично завжди на його дні утворюються водойми, то присутність прибережно-водної рослинності проявляється досить рано. В окремих випадках ці угруповання існують навіть під час активної розробки родовища. Здебільшого це рослинність асоціації *Phragmitetum australis*. Лучна рослинність переважає на плакорі навколо зони активного видобутку. Вона може траплятися як у найменш порушених місцях в районі діючих кар'єрів, так і на перелогах навколо покинутих. В останньому випадку площі лучної рослинності переважають над площами похідних лісів та чагарників, через те що активна експлуатація цих об'єктів відбувалася не більше ніж 20–30 років тому і угруповання фанерофітів ще не встигли стати домінуючими.

До другої групи за різноманітністю входять класи із помірними значеннями фітоценотичного різноманіття – 7–9 асоціацій. До них належать *Artemisietea vulgaris* та *Robinietea*. Представники

першої трапляються на найбільш порушених субстратах та на ранніх стадіях заростання перелогів. Це, насамперед, стосується порядку *Agropyretalia intermedio-repentis* (асоціації *Agropyretum repens* та *Poo compressae-Tussilaginetum farfarae*). Другий клас – це найбільш типові угруповання стадії формування похідних лісів, які належать до асоціації *Salicetum capreae*, союзу *Sambuco-Salicion capreae*, порядку *Sambucetalia racemosae*. Решта класів рослинності в районі гірничих виробок представлені невеликим числом асоціацій.

Фітоценотична різноманітність не завжди відповідає різноманітності умов середовища чи стадії та напрямку сукцесії. Часто це викликано апріорною різницею між кількістю синтаксонів в окремих класах для досліджуваного регіону. Тому, більш важливим показником є частота трапляння описів угруповань асоціацій певного класу на території досліджуваних об'єктів (табл. 2). Цей підхід також має слабкі місця через свою відносну суб'єктивність, коли в межах одного об'єкту створюється кілька описів для однієї асоціації. Тому, під час підрахунків трапляння ми брали за одиницю усі описи однієї асоціації в межах одного досліджуваного об'єкту.

Найчастіше в районі гірничих виробок трапляються описи асоціацій класу *Molinio-Arrhenatheretea*. Переважно це представники порядку *Galiotalia veri*. Наприклад, асоціація *Agrostio vinealis-Calamagrostietum epigeioris* описана на кожному обстеженому об'єкті, де присутня лучна рослинність (Baasc et al., 2012). На другому місці за частотою трапляння знаходяться описи класу *Artemisietea vulgaris*. Найчастіше, це асоціація *Agropyretum repens*, яка – відмічена в 86,7% випадків, де присутні описи угруповань цього класу. Досить часто трапляються описи рослинних угруповань класів *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Plantagenetea majoris*, *Epilobietea angustifolii* та *Robinietea*. Найменші показники трапляння мають описи класів *Calluno-Ulicetea*, *Quercetea robori-petraeae*, *Lemneteа* та *Quercetea pubescentis*.

За частотою асоціацій угруповань окремих класів на території кар'єрів і по відношенню до тих, які зафіксовані на території Українського Полісся, можемо зробити висновки щодо різноманітності умов середовища в певних типах оселищ (табл. 3). Найменший відсоток мають класи водної рослинності *Lemneteа* (7%) та *Potamogetea* (14%), що свідчить про низьку різноманітність водних оселищ, сформованих під час активних гірничих робіт. Угруповання *Calluno-Ulicetea*

Таблиця 2. Кількість описів асоціацій, що належать до класу відновлюваної рослинності кар'єрів на території Центрального Полісся за класами рослинних угруповань

Table 2. Number of descriptions of associations belonging to the class of restoration vegetation in quarries in Central Polissya by classes of plant communities

Клас рослинного угруповання	Кількість описів асоціацій	Асоціація, описи якої трапляються найчастіше
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	107	<i>Agrostio vinealis-Calamagrostietum epigeioris</i>
<i>Artemisietea vulgaris</i>	57	<i>Agropyretum repentis</i>
<i>Phragmiti-Magnocaricetea</i>	48	<i>Phragmitetum australis</i>
<i>Plantagenetea majoris</i>	32	<i>Agrostio tenuis-Poetum annuae</i>
<i>Epilobietea angustifolii</i>	31	<i>Calamagrostietum epigii</i>
<i>Robinietea</i>	27	<i>Salicetum capreae</i>
<i>Polygono arenastri-Poëtea annuae</i>	19	<i>Poetum annuae</i>
<i>Vaccinio-Piceetea</i>	14	<i>Dicrano-Pinetum</i>
<i>Nardetea strictae</i>	11	<i>Calluno-Nardetum</i>
<i>Salicetea purpurea</i>	11	<i>Salici-Populetum</i>
<i>Stellarietea mediae</i>	11	<i>Echinochloo-Setarietum</i>
<i>Franguletea</i>	9	<i>Salicetum pentandro-cinereae</i>
<i>Carpino-Fagetea sylvaticae</i>	7	<i>Tilio cordatae-Carpinetum</i>
<i>Alnetea glutinosae</i>	6	<i>Ribeso nigri-Alnetum</i>
<i>Galio-Urticetea</i>	6	<i>Elytrigio repentis-Aegopodietum podagrariae</i>
<i>Bidentetea tripartiti</i>	4	<i>Bidentetum tripartitae</i>
<i>Potamogetea</i>	4	<i>Ceratophylletum submersi</i>
<i>Trifolio-geranietea</i>	4	<i>Agrimonio eupatoriae-Trifolietum medii</i>
<i>Lonicero-Rubetea</i>	3	<i>Rubetum sylvatici</i>
<i>Rhamno-Prunetea</i>	3	<i>Rubo fruticosi-Prunetum spinosae</i>
<i>Sedo-Scleranthetetea</i>	3	<i>Thymo pulegioidis-Sedetum sexangularis</i>
<i>Calluno-Ulicetea</i>	2	<i>Calluno-Genistetum</i>
<i>Quercetea robori-petraeae</i>	2	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>
<i>Lemnetea</i>	1	<i>Lemnetum minoris</i>
<i>Quercetea pubescentis</i>	1	<i>Potentillo albae-Quercetum</i>

(9%) та *Trifolio-Geranietea* (15%) частіше за все є узліссями з невисоким рівнем антропогенної трансформації. В умовах активного переміщення людей та синантропізації флори вони не витримують конкуренції з класичними рудеральними ценозами класу *Artemisietea vulgaris*. Рослинність класу *Bidentetea tripartiti* в районі кар'єрів складає лише 20% всієї різноманітності Українського Полісся. Це обумовлено відносно низьким рівнем накопичення сполук нітрогену в прибережній зоні водойм кар'єрів. Також серед сегетальних угруповань (клас *Stellarietea mediae*) трапляється лише 23% асоціацій вищеназваного регіону.

Найвищий відсоток асоціацій регіону мають класи *Epilobietea angustifolii*, *Galio-Urticetea*, *Franguletea*, *Quercetea pubescentis*. Однак це не свідчить про високу різноманітність умов та видів в межах їхніх оселищ. Рослинність згаданих класів характеризується низьким фітоценотичним різноманіттям на території усього Українського Полісся і входить до 1–4 асоціацій. Спостерігається

статистична закономірність, коли класи, що містять менше число асоціацій, мають вищий відсоток співвідношення між рослинністю кар'єрів та регіону в цілому. Отже дані, щодо співвідношення місцевого та регіонального фітоценотичного різноманіття у межах цих класів, є ненадійними.

За частотою трапляння певних угруповань та їхньою часткою від загального регіонального фітоценотичного різноманіття ми можемо розділити умови середовища в районі розробок на типові та нетипові. Йдеться про показники едафічних, мікрокліматичних, орографічних та антропогенних факторів, а також природної динаміки (Khomiak et al., 2019). Часто їх можна об'єднувати в комплекси за мікрорельєфом, сформованим людською діяльністю (Bell et al., 1997). У виробку відкритим способом ми можемо виділити такі компоненти: плакорну частину, борти (майданчики), схили (уступи), дно кар'єру та відвали.

Плакорна ділянка частіше за все має не порушені або слабко порушені ґрунти. Це території, де

Таблиця 3. Співвідношення кількості асоціацій в районі кар'єрів та їхньої загальної кількості на території Українського Полісся

Table 3. Correlation between the number of associations in the quarry sites and their total number in Ukrainian Polissya

Клас рослинного угруповання	Кількість асоціацій, зафіксованих на території кар'єрів	Кількість асоціацій, зафіксованих на території Українського Полісся*	Частка асоціацій рослинності кар'єрів від числа асоціацій Українського Полісся (%)
<i>Lemnetea</i>	1	14	7
<i>Calluno-Ulicetea</i>	1	11	9
<i>Potamogetea</i>	4	29	14
<i>Trifolio-geranietea</i>	2	13	15
<i>Bidentetea tripartiti</i>	2	10	20
<i>Stellarietea mediae</i>	5	22	23
<i>Salicetea purpurea</i>	3	9	33
<i>Quercetea robori-petraeae</i>	2	6	33
<i>Vaccinio-Piceetea</i>	4	10	40
<i>Alnetea glutinosae</i>	2	5	40
<i>Sedo-Scleranthetetea</i>	2	5	40
<i>Artemisietea vulgaris</i>	9	20	45
<i>Plantagenetea majoris</i>	5	11	45
<i>Phragmiti-Magnocaricetea</i>	19	41	46
<i>Nardetea strictae</i>	3	6	50
<i>Polygono arenastri-Poëtea annuae</i>	3	6	50
<i>Rhamno-Prunetea</i>	3	6	50
<i>Carpino-Fagetea sylvaticae</i>	6	10	60
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	19	31	61
<i>Lonicero-Rubetea</i>	2	3	67
<i>Robinietea</i>	6	8	75
<i>Epilobietea angustifolii</i>	4	4	100
<i>Galio-Urticetea</i>	3	3	100
<i>Franguletea</i>	1	1	100
<i>Quercetea pubescentis</i>	1	1	100

* за даними фітоценологи лабораторії теорії екосистем Житомирського державного університету імені Івана Франка

ще не проводився видобуток або ті, які раніше використовувалися в сільськогосподарському виробництві. Рослинність знаходиться на перших стадіях відновлення із значними ознаками синантропізації. Її рівень антропогенної трансформації коливається від 8,8 до 11,3 балів за шкалою Дідуха–Хом'яка. На найбільш ранніх етапах формування рослинного покриву переважають угруповання асоціації *Agropyretum repentis* (клас *Artemisietea vulgaris*). В окремих місцях спостерігаються ділянки інших угруповань цього класу. Найчастіше це *Potentilo-Artemisietum absintii* та *Echio-Verbascetum*. Тут показники антропогенного фактору дещо нижчі – від 8,2 до 11,2 балів. В їхній флорі присутня значна частка характерних видів порядку *Galiatalia veri*, що вказує

на екотонний характер цих угруповань (Khomiak, 2011). Угруповання із домінуванням однорічників переважають лише в перші роки після припинення рільництва на околицях новостворених кар'єрів. Завдяки ряду економічних та правових обставин розширення зон видобування чи утворення нових гірничих об'єктів відбувається рідко. Через це новостворених зон виробітку було обстежено небагато. На покинутих полях після вирощування злаків на перший-другий рік трапляються угруповання союзу *Scleranthion annui* (асоціації *Centaureo-Aperetum spicae-venti*, *Violo arvensis-Centaureetum cyani*). На другий-третій рік після припинення обробітку ґрунту, за умови випасу домашніх копитних формується рослинність асоціації *Aphano-Matricarietum*. Рослинність

порядку *Atriplici-Chenopodietalia albi* описана нами у випадках, коли рільнича діяльність не припинялася. Перелоги на дещо пізніших стадіях заростають за описаним вище сценарієм.

За умови нижчого рівня порушень (рівень антропогенної трансформації від 8,3 до 9,8 балів) або дещо пізніших стадій відновлення рослинності на плакорних ділянках найчастіше трапляються та займають максимальні площі ценози вищезазначеного порядку. Це переважно угруповання асоціацій *Agrostio vinealis-Calamagrostietum epigeioris*, *Agrostietum vinealis-tenuis* і *Potentillo argenteae-Poetum angustifoliae*. У місцях, де виникли невеликі локальні порушення поверхні, частіше викликані діяльністю людини (до 9,1 балів), спостерігаються зміни в лучній рослинності. За умови наявності або формування водонепроникного горизонту тут формуються вологі луки порядку *Molinietalia*. Переважно, це угруповання асоціації *Juncetum effusi*. Вони існують виключно в місці порушення та займають невеликі площі. Часто замість них утворюються невеликі синузії з домінуванням *Juncus effusus* L.

Більш пізні стадії сукцесії представлені угрупованнями асоціації *Calamagrostietum epigii* (клас *Epilobietea angustifolii*), де вкраплені окремі представники фанерофітів *Betula pendula* Roth., *Salix caprea* L., *Populus tremula* L., *Pinus sylvestris* L. тощо. Спочатку проективне покриття чагарниково-деревного ярусу незначне через те, що тут домінує типова трав'яна рослинність. На пізніших етапах саморозвитку формуються угруповання асоціації *Salicetum capreae* (клас *Robinietae*). В районі невеликих порушень (канави, ями, міжвалові депресії) утворюються конуси відновлення із варіантом асоціації *Salicetum capreae* var. *Populus tremula*. Рівень таких порушень коливається від 6,3 до 8,8 балів. Лісові ценози корінних лісів на плакорах трапляються рідше. Частіше це периферійні ділянки, поруч із якими розташовані вже сформовані лісові екосистеми. На плакорі такими лісовими угрупованнями є рослинність асоціацій *Cladonio-Pinetum* і *Dicrano-Pinetum* класу *Vaccinio-Piceetea*.

Борти (майданчики) кар'єру мають високу мозаїчність угруповань, пов'язану із їхнім екотонним статусом – межею між мало порушеним ґрунтом плакору та повністю знищеним на схилах (Khomiak, 2011). За таких умов перевагу отримують різноманітні ценози класу *Artemisietea vulgaris*.

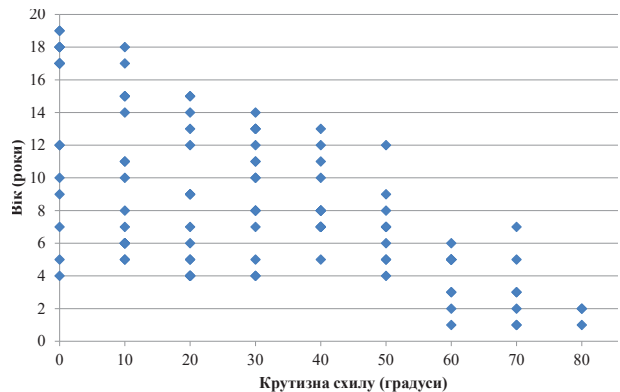


Рис. 1. Розподіл особин *Pinus sylvestris* за віковими групами на схилах різної крутизни

Fig. 1. Distribution of *Pinus sylvestris* by age groups on steep slopes of different angles

Угруповання класу *Stellarietea mediae* в таких місцях трапляються рідко. Нами вони зафіксовані двічі: на забрудненому побутовим сміттям борту південної експозиції піщаного кар'єру в с. Старі Велідники (Коростенський р-н) та жерстяні ділянки борту південно-західної експозиції гранітного кар'єру в м. Житомир. Ці території зайняті рослинністю асоціації *Apero spicae-venti-Papateretum rhoeadis*.

Також на бортах і верхніх частинах схилу першою починає формуватися фанерофітна рослинність класів *Robinietea*, *Salicetea purpurea* та *Vaccinio-Piceetea*. В південній частині Центрального Полісся серед деревних порід цих угруповань значну частку займає *Populus nigra* L. Це обумовлено двома факторами. По-перше, тривалою традицією насаджувати рослини цього виду в районі гірничих підприємств, а по-друге – меншою концентрацією лісових насаджень із інших аборигенних видів. Ценози бортів кар'єрів є найбільш вразливими для проникнення інвазійних видів. Це відбувається через незаповнені еконіші сформованих тут екосистем. Частіше за все сюди проникають *Solidago canadensis* L., *Robinia pseudoacacia* L. та *Ambrosia artemisiifolia* L. (Protopopova et al., 2015).

Заростання схилів (уступів) кар'єру залежить від їхньої крутизни та порід, із яких вони складаються (рис. 1). Вертикальні виходи кристалічних порід протягом тривалого часу залишаються незаселені вищими судинними рослинами. Мікроугруповання рослин з'являються виключно в розщелинах кристалічних блоків, заповнених рихлими породами, ґрунтом та дрібними органічними рештками. Схили, утворені рихлими осадовими породами,

вкриваються більш рівномірно. Спостерігається одночасне проникнення фанерофітів і трав'яної рослинності. На відміну від перелогів, тут не відбувається поступового переходу від угруповань злаковників до чагарників чи похідних лісів. Поміж десятирічними деревами із проективним покриттям 30–50% відсутній зімкнутий трав'яний ярус. На схилах із кутом нахилу менше 45° темпи відновлення прискорюються в рази.

Наприклад, в районі Левківського родовища пісків круті схили покинутого кар'єру зайняті особинами *P. sylvestris* віком до 7 років, а пологі – приблизно 14 років. Повністю сформовані лісові угруповання тут з'являються лише на 15–20-й рік після початку відновлення рослинності. Трав'яна рослинність схилів представлена несформованими ценозами, які складаються з елементів флори класу *Artemisietea vulgaris* і меншою мірою *Molinio-Arrhenatheretea* та *Epilobietea angustifolii*. На більш пологих схилах проективне покриття останніх зростає.

На тип відновлюваної рослинності дна кар'єру впливає показник багаторічного режиму зволоження, рівень порушеності субстрату та час, протягом якого відбувається її відновлення. В умовах постійної присутності води утворюються угруповання водної рослинності. Це переважно фітоценози класу *Potamogetea* (асоціації *Potametum natantis* і *Ceratophylletum demersi*). Спостерігаються відмінності в появі водних вищих судинних рослин залежно від глибини. На більш глибоких місцях (глибше 2 м) вони практично відсутні, а на мілководді (глибина менше 0,2 м) витісняються прибережно-водною рослинністю, яка представлена угрупованнями класу *Phragmiti-Magnocaricetea*. Найчастіше трапляються та займають найбільші площі ценози асоціації *Phragmitetum australis*. Рідше трапляються *Typhetum angustifoliae*, *Typhetum latifoliae*, *Glycerietum fluitantis* і *Glycerietum maximae*. У зв'язку із динамічними процесами, характерними для піонерних сукцесій, на дні кар'єрів спостерігаються широкі екотонні смуги між певними типами угруповань (Khomiak, 2011). Наприклад, найпоширеніший вид прибережно-водних угруповань *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. часто виходить за їхні межі та проникає в трав'яні та чагарникові ценози дна та нижньої частини схилів кар'єрів.

Незаповнені водою ділянки дна кар'єрів вкриті рослинністю, яка знаходиться на різних стадіях

сукцесії. Ранні стадії представлені рослинністю класу *Artemisietea vulgaris* (асоціації *Agropyretum repentis* і *Poo compressae-Tussilaginatum farfarae*). Дещо пізніше з'являються угруповання *Epilobietea angustifolii* та *Franguletea*. Найбільш пізні стадії, зафіксовані нами, представлені рослинними угрупованнями класів *Salicetea purpurea*, *Alnetea glutinosae* та *Robinietea*.

Формування рослинності відвалів найкраще ілюструє процеси динаміки екосистем. Відвали, сформовані покривними породами, досить однотипні. Вони представляють собою суміш часточок субстрату із великим діапазоном розмірів. Таким чином, тут присутні крупно уламкові породи, які не сприяють швидкому формуванню ґрунту і дрібні часточки силікатів, здатні до злипання та формування водонепроникного субстрату. Через це на ранніх етапах відновлення рослинності на відвалах часто спостерігається угруповання асоціації *Poo compressae-Tussilaginatum farfarae* класу *Artemisietea vulgaris*. Воно відбувається на схилах різної експозиції з кутом нахилу 15–60°. В окремих випадках, за умови виносу разом із пустою породою органічної речовини, в таких місцях можуть формуватися угруповання асоціації *Bidentetum tripartitae* класу *Bidentetea tripartiti*. Якщо деякі частини відвалу мають малі кути нахилу та значне сповільнення вертикального руху води, то в таких місцях можуть утворюватися монодомінантні скупчення *Phragmites australis*, які відповідають асоціації прибережно-водної рослинності асоціації *Phragmitetum australis*. З моменту проникнення перших фанерофітів заростання відвалів мало чим відрізняється від формування природної рослинності на схилах кар'єрів. Спочатку це угруповання асоціації *Salicetum capreae* із різними варіантами, що визначаються особливостями проникнення насіння дерев на незаселену територію (Ghorbani et al., 2007). Найчастіше це такі угруповання *Salicetum capreae* var. *Populus tremula*, *Salicetum capreae* var. *Pinus sylvestris* і *Salicetum capreae* var. *typicum*. В подальшому тут переважають похідні ліси класів *Robinietea* та *Salicetea purpurea*, або корінні ліси класу *Vaccinio-Piceetea* за умови домінування *Pinus sylvestris* на ранніх етапах формування заростей фанерофітів. Нижні частини відвалів нерідко зайняті рослинністю класу *Alnetea glutinosae* (переважно асоціація *Ribeso nigri-Alnetum*), що обумовлено частим порушенням водного режиму в районі розміщення таких об'єктів.

Висновки

Відновлювана рослинність в районі кар'єрів на території Центрального Полісся належить до 25 класів, 36 порядків, 62 союзів, 116 асоціацій та двох безрангових угруповань.

Напрямок і темп відновлення рослинності на порушених оселищах в районі відкритого видобутку корисних копалин на території Центрального Полісся залежать від комплексу факторів середовища та особливостей занесення насіння на порушені субстрати.

Первинні сукцесії призводять до формування значних площ екотонних ділянок. Це обумовлено існуванням великого числа незаповнених еконіш. Такі ділянки є найбільш вразливими для проникнення інвазійних видів, які постійно трапляються у флорі класів *Stellarietea mediae* та *Artemisietea vulgaris*.

Частота трапляння описів різних класів угруповань дозволяє виділити типові умови середовища в районі діючих і покинутих кар'єрів. Найчастіше тут трапляються класи *Molinio-Arrhenatheretea*, *Artemisietea vulgaris*, *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Plantagenetea majoris* і *Epilobietea angustifolia*, що вказує на переважання злакової стадії відновлення рослинності за значних або помірних антропогенних впливів.

Послідовна зміна рослинних угруповань у різних умовах середовища на порушених гірничою діяльністю територіях дозволяє простежити та змоделювати відновлення природної рослинності. Більшість елементів цієї території мають сприятливі умови для формування типових у досліджуваному регіоні екосистем. Врахування цих особливостей допоможе уникнути надмірних витрат на вартісну та часто малоефективну рекультивацию. Наразі уваги і втручання потребує поширення в межах таких об'єктів інвазійних видів. Найефективним методом для зупинки їхнього поширення є диференційовані за умовами середовища насадження з метою заповнення незайнятих екологічних ніш. Ці насадження повинні відповідати напрямку та стадії екологічних сукцесій конкретної ділянки.

Подяки

Автор висловлює подяку компаніям "ТОВ Еко-МБ" та "ТОВ Лідер Еко" за сприяння у зборі польового матеріалу.

ORCID

I.B. Хом'як:  <https://orcid.org/0000-0003-0080-0019>

Список посилань

- Baasc A., Kirmer A., Tischer S. 2012. Nine years of vegetation development in a postmining site: Effects of spontaneous and spontaneous and assisted site recovery. *Journal of Applied Ecology*, 49: 251–260. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664-2011.0286x>
- Bashutska U.B. 2006. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 4: 174–178. [Башуцька У.Б. 2006. Рослинність породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району. *Науковий вісник НЛТУ України*, 4: 174–178].
- Bell S.S., Fonseca M.S., Motten L.B. 1997. Linking restoration and landscape ecology. *Restoration Ecology*, 15: 318–323. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.1997.00545.x>
- Bilyk R.G., Didukh Ya.P. 1999. *Ukrainian Botanical Journal*, 56(2): 144–149. [Білик Р.Г., Дідух Я.П. 1999. Стадії та напрямки розвитку рослинності відвалів Товтровоного кряжу. *Український ботанічний журнал*, 56(2): 144–149].
- Braun-Blanquet J. 1928 (1964). Grundzüge der Vegetationskunde. In: *Pflanzensoziologie*. Ed. J. Braun-Blanquet. Berlin: Verlag von Julius Springer, 865 pp.
- Didukh Ya.P. 2012. *Osnovy bioindykatsii*. Kyiv: Naukova Dumka, 342 pp. [Дідух Я.П. 2012. *Основи біоіндикації*. Київ: Наукова думка, 342 с.].
- Dubyna D.V., Dzyuba T.P., Yemelyanova S.M., Bahrikova N.O., Borysova O.V., Borsukevych L.M., Vynokurov D.S., Hapon S.V., Hapon Yu.V., Davydov D.A., Dvoretzkyi T.V., Didukh Ya.P., Zhmud O.I., Kozyr M.S., Konishchuk V.V., Kuzemko A.A., Pashkevych N.A., Ryff L.E., Solomakha V.A., Felbaba-Klushyna L.M., Fitsaylo T.V., Chorna H.A., Chorney I.I., Shelyah-Sosonko Yu.R., Yakushenko D.M. 2019. *Prodrome of the Vegetation of Ukraine*. Eds. D.V. Dubyna T.P. Dzyuba. Kyiv: Naukova Dumka, 782 pp. [Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Ємельянова С.М., Багрікова Н.О., Борисова О.В., Борсукевич Л.М., Винокуров Д.С., Гапон С.В., Гапон Ю.В., Давидов Д.А., Дворецький 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. 2019. *Продромус рослинності України*. Відп. ред. Д.В. Дубина, Т.П. Дзюба. Київ: Наукова думка, 782 с.].
- Ghorbani J., Le Duc M.G., McAllister H.A., Pakeman R.J., Marrs R.H. 2007. Temporal responses of propagule banks during ecological restoration in the United Kingdom. *Restoration Ecology*, 15: 103–117. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2006.00195.x>
- Hennekens S.M. 2009. *TURBOVEG for Windows. Version 2*. Ed. S.M. Hennekens. Wageningen: Inst. voor Bos en Natur, 96 pp.

- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. 2001. TURBOVEG. A comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12(4): 589–591. <https://doi.org/10.2307/3237010>
- Hobbs R.J. 2004. Setting effective and realistic restoration goals: Key directions for research. *Restoration Ecology*, 15: 354–357. <https://doi.org/abs/10.1111/j.1526-100X.2007.00225.x>
- Khomiak I.V. 2011. *Scientific Notes of NaUKMA*, 119: 70–72 [Хом'як І.В. 2011. Проблема екотону в класифікації екосистем. *Наукові записки НаУКМА*. 119: 70–72].
- Khomiak I., Harbar O., Demchuk N., Kotsiuba I., Onyshchuk I. 2019. Above-ground phytomas dynamics in autogenic succession of an ecosystem. *Forestry Ideas*, 57: 136–146.
- Khomiak I.V., Vasylenko O.M., Harbar D.A., Andriichuk T.V., Kostyuk V.S., Vlasenko R.P., Shpakovska L.V., Demchuk N.S., Harbar O.V., Onyshchuk I.P., Kotsiuba I.Iu. 2020. *Ecological Sciences*, 32: 136–141. [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., Онишчук І.П., Коцюба І.Ю. 2020. Методологічні підходи до створення інтегрованого синфітоіндикаційного показника антропогенної трансформації. *Екологічні науки*, 32: 136–141].
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. 1999. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kyiv, 345 pp. <https://doi.org/10.13140/2.1.2985.0409>
- Parpan V.I., Nespliak O.S. 2011. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 21: 82–87. [Парпан В.І., Неспляк О.С. 2011. Класифікація рослинності попилівідвалів Бурштинської теплової електростанції. *Науковий вісник НЛТУ України*, 21: 82–87.]
- Povkh V.N., Zhukov S.P. 1995. *Introduktsiya i akklimatizatsiya rastenyi*, 22: 89–91. [Повх В.Н., Жуков С.П. 1995. О формировании сообществ высших растений на отвалах угольных шахт. *Интродукция и акклиматизация растений*, 22: 89–91].
- Protopopova V.V., Shevera M.V., Orlov O.O., Panchenko S.M. 2015. The transformer species of the Ukrainian Polissya. *Biodiversity Research and Conservation*, 39: 7–18. <https://doi.org/1515/biorc-2015-0020>
- Yunatov A.A. 1972. Typy i sodержanie geobotanicheskikh sssledovaniy. Probnye ploshchadi i ekologicheskie profili. In: *Polevaya geobotanika*, vol. 3. Moscow, Leningrad: Izd-vo AN SSSR, pp. 7–38. [Юнатов А.А. 1972. Типы и содержание геоботанических исследований. Пробные площади и экологические профили. В кн.: *Полевая геоботаника*, т. 3. Москва, Ленинград: Изд-во АН СССР, с. 7–38].
- Zhang Q., Zhang T., Li X. 2018. Index system to evaluate the quarries ecological restoration. *Sustainability*, 10: 3–11. <https://doi.org/10.3390/su10030619>
- Zhukov S.P. 2011. *Industrial Botany*, 11: 36–41. [Жуков С.П. 2011. Диференціація екологічних ніш видів та формування фітоценозів на техногенно порушених землях. *Промышленная ботаника*, 11: 36–41].
- Zhukov S.P. 2012. *Industrial Botany*, 12: 19–24. [Жуков С.П. 2012. К методике определения организации и устойчивости фитоценозов в ходе их развития развития на отвалах угольных шахт. *Промышленная ботаника*, 12: 19–24].

Рекомендує до друку Я.П. Дідух

Хом'як І.В. 2022. **Синтаксономія відновлюваної рослинності кар'єрів Центрального Полісся**. *Український ботанічний журнал*, 79(3): 142–153.

Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська 40, Житомир 10005, Україна

Реферат. У статті подано результати класифікації відновлювальної рослинності кар'єрів на території Центрального Полісся, що включає 25 класів, 36 порядків, 62 союзи, 116 асоціацій та два безрангових угруповання. За частотою трапляння описів певних синтаксонів було визначено типові умови середовища існування в районі діючих та покинутих гірничих виробок. Найбільш поширеними є угруповання класів *Molinio-Arrhenatheretea*, *Artemisietea vulgaris*, *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Plantagenetea majoris* та *Epilobietea angustifolii*. Останні вказують на часткову спорідненість відновлення природної рослинності в районі кар'єрів із заростанням перелогів під антропогенним тиском різного ступеню. Плакорні ділянки зайняті переважно угрупованнями злаковників, тоді як на схили кар'єрів одночасно заселяються трав'яні та деревні рослини. Вертикальні виходи кристалічних порід залишаються без представників вищих судинних рослин протягом тривалого часу. Тут рослини знаходяться виключно в щілинах кристалічних блоків, заповнених дрібними мінеральними частками, ґрунтом і дрібними органічними залишками. На схилах, сформованих рихлими осадовими породами, не спостерігається поступового переходу від стадії злаковників до чагарниково-деревної рослинності. На швидкість відновлення природної рослинності в кар'єрах впливає кут нахилу поверхні. Відновлювані сукцесії на місці гірничих виробок призводять до формування великих екотонних ділянок, що обумовлено значним числом незаповнених еконіш; ці території вважаються одними з найбільш вразливих для проникнення інвазійних видів.

Ключові слова: динаміка екосистем, первинні сукцесії, порушені оселища, фітоценотична різноманітність