

ІСТОРИЧНА БІОГЕОГРАФІЯ ТА РОЛЬ РЕЛІКТОВИХ ВИДІВ У ВІДНОВЛЕННІ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Коваленко Олександра Олександрівна

студентка

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Максименко Юлія Вікторівна

кандидат біологічних наук, доцент

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Сучасна біосфера перебуває в стані безпрецедентної кризи, зумовленої інтенсивним антропогенним тиском, фрагментацією ландшафтів та прискореними кліматичними змінами. У пошуках ефективних методологій відновлення порушених природних комплексів реставраційна екологія все частіше звертається до фундаментальних надбань історичної біогеографії [1,3,5]. Ця наука дозволяє поглянути на сучасні екосистеми не як на статичні утворення, а як на динамічний результат тривалих геологічних, кліматичних та еволюційних трансформацій. Одним із найбільш перспективних, але водночас складних інструментів екологічної реставрації є використання реліктових видів.

Релікти – це унікальні біологічні таксони, які збереглися в певних регіонах як залишки минулих геологічних епох, де вони мали значно ширше поширення та відігравали ключову ценотичну роль [1,4]. Розуміння їхнього еволюційного минулого, генетичного потенціалу та специфіки взаємодії з довкіллям відкриває нові горизонти для створення стійких, саморегульованих природних систем, здатних протистояти сучасним екологічним викликам. Історична біогеографія займає особливе місце на стику біологічних та географічних наук, а її головною метою є з'ясування просторово-часових закономірностей формування біотичного різноманіття Землі [1,3,4]. На відміну від екологічної біогеографії, яка досліджує переважно сучасні зв'язки організмів із середовищем їхнього існування, історична біогеографія акцентує увагу на генезисі ареалів, процесах видоутворення, міграцій та вимирання у зв'язку з геологічною історією планети. Методологічний апарат сучасної науки зазнав суттєвої еволюції, адже якщо раніше дослідники спиралися виключно на порівняльно-морфологічний аналіз та фіксацію розривів ареалів, то сьогодні на озброєнні вчених стоять молекулярна філогеографія, метод молекулярного годинника, палінологічний аналіз глибоких відкладень, радіовуглецеве датування та комп'ютерне моделювання палеоклімату, що дозволяють з точністю до кількох тисячоліть реконструювати шлях виду крізь епохи [1]. Центральною концепцією тут є концепція рефугіумів – географічних зон, в межах яких несприятливі кліматичні умови виявлялися менш вираженими завдяки захищеності горами чи близькості

тепліх течій, що дало стародавній флорі і фауні можливість перечекаати лихоліття і згодом стати центрами вторинного заселення територій [4].

Поняття релікту увів у науковий обіг Чарльз Дарвін, описуючи організми, що збереглися від вимирання завдяки географічній ізоляції або вузькій екологічній спеціалізації [1]. Філогенетичні релікти, або живі викопні, є найбільш архаїчними елементами сучасної біоти, будучи єдиними вцілілими представниками колись величезних груп [1,3]. Яскравим прикладом у флорі є гінкго дволопатеве, яке належить до голонасінних мезозойської ери і колись вкривало простори Лавразії, а тепер збереглося лише в глибоких долинах Китаю [1,4]. У тваринному світі аналогічний статус має новозеландська гаттерія, яка репрезентує стародавній ряд дзьобоголових, що жили пліч-о-пліч з динозаврами [3]. Екологічна цінність таких видів полягає в їхній феноменальній генетичній стабільності. Більш чисельною групою є географічні релікти, чий ареал розпався через зміну умов, та кліматичні релікти, які ділять на три основні категорії. Першу становлять термофільні, або третинні релікти палеогену й неогену, такі як тис ягідний, плющ звичайний, самшит вічнозелений, що вижили в умовах м'якого морського клімату. Другу групу утворюють гляціальні, або льодовичні релікти плейстоценового тундростепу, які після відступу льодовика зазнали аркто-альпійської диз'юнкції та мігрували на північ або високо в гори, як-от дріада восьмипелюсткова, верба туполиста та берізка низька, що досі росте на торфовищах Полісся [1,3]. Третю групу представляють ксеротермічні релікти сухіших періодів голоцену, що збереглися на крутих південних схилах річкових каньйонів серед вапнякових оголень.

Щоб зрозуміти потенціал реліктів у відновленні природи, необхідно згадати, що протягом олігоцену та міоцену в помірній зоні Євразії панувала унікальна Тургайська флора, яка за багатством нагадувала сучасні ліси Східної Азії та Аппалачів, поєднуючи дуби, буки, магнолії та метасеквої в умовах стабільного теплого клімату [3]. Проте кінець пліоцену та початок плейстоцену ознаменувалися глобальним похолоданням через рух тектонічних плит, закриття океану Тетіс та підняття Альпійсько-Гімалайського поясу [5]. Скандинавські льодовикові щити товщиною в кілька кілометрів діяли як гігантський бульдозер, знищуючи Тургайську флору на рівнинах Європи [3]. Більшість видів опинилися в пастці, оскільки широтне простягання Альп, Карпат та Піренеїв заблокувало їм шлях відступу на південь, що катастрофічно збіднило європейську флору порівняно з американською чи азійською, де гори простягаються меридіонально [1,4]. Ті деякі види, що вижили в Колхідській низовині, на Балканах чи в каньйонах Поділля, стали третинними реліктами, які несуть у геномі пам'ять про високопродуктивні системи минулого. Довгий час вважалося, що релікти, це еволюційні невдахи, проте сучасна наука доводить, що вони виконують незамінні функції стабілізаторів системи й часто є едіфікаторами, тобто інженерами середовища [3,5]. Той самий тис ягідний, живучи тисячі років і формує щільний намет, створює унікальний температурний мікроклімат, а його специфічний опад консервує вологу й формує особливий гумус,

підтримуючи життя ендемічних мікоризних грибів, мохів та безхребетних, які не здатні вижити в молодих штучних монокультурах сосни чи ялини.

Релікти також глибоко інтегровані в складні трофічні зв'язки, де стародавні комахи, як-от жук-олень чи реліктовий вусач, пов'язані зі старовіковими дібровами і забезпечують деструкцію мертвої деревини, повертаючи в колообіг азот, фосфор та вуглець [1,3]. Випадання такого виду запускає ефект доміно, руйнуючи цілі каскади взаємозв'язків від запилювачів до птахів, тоді як присутність реліктів слугує екологічним буфером [3,5]. Головна парадигма реставраційної екології, що сформувалася наприкінці двадцятого століття, полягає в переході до активного відновлення деградованих систем, причому замість обмеженого орієнтира на доіндустріальний стан ландшафтів історична біогеографія запропонувала концепцію плейстоценового ревайлдингу. Ця концепція стверджує, що сучасні екосистеми Північної півкулі є функціонально неповноцінними через пізньоплейстоценове вимирання мегафауни (мамонтів, шерстистих носорогів, великорогих левів), викликане появою досконалої зброї у палеолітичних мисливців [1,3]. Великі фітофаги були архітекторами ландшафту, які витоптували чагарники, поїдали молоді дерева і розносили насіння, підтримуючи багатий біом тундростепу, а без них система деградувала в бідну тундру, тайгу або затінені ліси з низьким рівнем біорізноманіття.

Найбільш успішним прикладом є порятунок зубра європейського, який, повернувшись у ліси, стримує заростання галявин, оголює мінеральний шар ґрунту для рідкісних світлолюбних рослин та розносить насіння через свій травний тракт на величезні відстані [2]. Аналогічні проекти реалізуються з куланом, конем Пржевальського та овцебиком [2,3]. У лісовій реставрації використання гінкго та метасеквої виявляється ефективним через їхню стійкість до шкідників, які нищать сучасні монокультури сосни чи ялини, причому метасеквоя чудово рекультивує занедбані кар'єри та закріплює русла річок, а реліктовий водяний горіх у водних екосистемах очищує воду від важких металів і створює зони для нересту риби [1,2].

Сьогодні релікти опинилися під подвійним ударом геологічного регресу ареалів та людської діяльності, яка перетворює природу на ізольовані острови [1,2,5]. У малих популяціях вмикаються механізми інбридингу та генетичного дрейфу, що веде до накопичення шкідливих мутацій, втрати алельного різноманіття й виродження. Водночас стрімке глобальне потепління не залишає рослинам часу для міграції на північ, а гляціальні релікти у високогір'ях потрапляють в екологічну пастку на вершинах через підняття межі лісу, оскільки вище є лише відкрите повітря [5]. Для їхнього порятунку традиційні національні парки необхідно доповнювати мережею мікро-рефугіумів площею в кілька гектарів, де повністю заборонена будь-яка господарська діяльність, включаючи санітарні рубки. Важливим є створення кріобанків насіння та розплідників, а також застосування асистованої міграції – контрольованого переселення видів у зони, які стануть кліматично оптимальними за прогнозами моделей через кілька десятиліть [2,5].

Збереженню генетичного потоку допомагає розбудова екологічних коридорів у межах Смарагдової мережі, що мінімізує наслідки фрагментації ландшафту [2]. Процес інтеграції реліктів у ландшафти має відбуватися за чітким науковим алгоритмом, де першим етапом є палеоекологічний та біогеографічний аудит за допомогою спорово-пилкового аналізу відкладень для з'ясування доантропогенного стану біоти [1,5]. На другому етапі підбирається реліктовий асортимент або живі аналоги вимерлих видів; на третьому етапі створюються пілотні мікроосередки штучних рефугіумів для вивчення взаємодії видів з місцевою фауною та флорою; і лише на четвертому етапі здійснюється масштабне впровадження з моніторингом через супутники, дрони та аналіз екологічної ДНК [2,3].

Отже, історична біогеографія доводить, що реліктові види є носіями унікального еволюційного коду, загартованого планетарними катастрофами. Прагнення відновити екосистеми до стану вісімнадцятого століття є екологічно короткозорим, адже справжнім орієнтиром мають виступати палеодані про високопродуктивні біоми минулого. Активне повернення цих інженерів екосистем та впровадження принципів ревайлдингу дозволяє відійти від пасивної консервації та відкриває шлях до створення принципово нових, високопродуктивних, еволюційно стійких і здатних до самостійного функціонування природних комплексів майбутнього.

Список літератури

1. Білоус Л.Ф. Біогеографія. Навчальний посібник. Київ: КНУ імені Тараса Шевченка, 2020. 260 с.
2. Володькіна І., Радзій В. Особливості формування екологічної мережі України. Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук : збірник матеріалів VIII Міжнар. наук. практ. конф. (14 листопада 2024 р.) / відп. ред. Шуляк Н. О., Зінченко М. О. Луцьк, 2024. С. 174-177.
3. Іщук О.В., М.М. Світельський, М.І. Федючка, С.І. Матковська, Т.В. Пінкіна, В.Д. Соломатіна. Біогеографія.; за заг. ред. О.В. Іщук. Херсон: Олді-плюс, 2019. 336 с.
4. Марісова І.В. Біогеографія. Регіональний аспект. Суми: Університетська книга, 2019. 128 с.
5. Wiens, J. J., & Donoghue, M. J. (2004). Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends in Ecology & Evolution*, 19 (12), 639-644.