

УДК 504.064.2

© Т.І. Кривомаз, канд. біол. наук, доц.

Київський національний університет будівництва та архітектури

ОЦІНКА МОДЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ПОЕТАПНОЇ РОЗРОБКИ «ПАСПОРТІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВИДІВ»

Представлені етапи розробки «Паспортів екологічної безпеки видів» для ефективного моніторингу та управління у сфері екологічної безпеки. Запропоновано використати міксоміцети як модельні об'єкти для розробки структури паспортів екологічної безпеки видів. Доцільність такого вибору аргументується особливостями морфології, фізіології, біохімії та філогенії міксоміцетів, а також їх широким поширенням у різних біотопах більшості регіонів світу. Отриману структуру надалі можна адаптувати для паспортизації представників інших груп організмів, в узгодженні з їх будовою та особливостями метаболізму. Впровадження паспортизації видів підвищить рівень контролю в системі екологічної безпеки та ефективність заходів захисту навколишнього середовища і людини.

Ключові слова: екологічна безпека, паспортизація, модельні об'єкти, моніторинг, управління, навколишнє середовище.

Ключову роль в процесі трансформації речовин та енергії відіграють живі організми, що здатні як посилити, так і зменшити вплив негативних факторів на довкілля, людину та інші природні об'єкти [1]. Це обумовлює необхідність проведення комплексного аналізу всіх аспектів життєдіяльності різних видів живих істот для запобігання та протидії загрозам екологічній безпеці окремих природних та антропогенних об'єктів. У зв'язку з цим пропонується створення паспортів екологічної безпеки видів (ПЕБВ) для визначення впливу кожного виду живих організмів на навколишнє середовище, людину та інші біологічні об'єкти. На сьогоднішній день наукова інформація про особливості життєдіяльності видів переважно залишається прерогативою вузького кола спеціалістів і це не сприяє використанню останніх наукових відкриттів у процесі прийняття управлінських рішень з питань екологічної безпеки. Паспортизація живих організмів необхідна для обміну спеціалізованою науковою інформацією про життєдіяльність різних видів організмів з метою формування єдиної системи моніторингу об'єктів біорізноманітності для ефективного управління у сфері екобезпеки. Система показників ПЕБВ дозволить здійснювати моніторинг актуальних загроз та більш обґрунтовано приймати рішення щодо підвищення рівня екологічної безпеки. Впровадження ПЕБВ відкриває можливості створення наукового підґрунтя для розробки рекомендацій щодо поводження з певними видами живих організмів та прогнозування їх впливу на людину, довкілля

та інші види. Це дозволить підвищити ефективність управління у сфері екологічної безпеки шляхом розробки заходів, спрямованих на попередження та мінімізацію негативних наслідків у разі реалізації ризиків, пов'язаних з життєдіяльністю певних видів живих організмів.

Мета дослідження. Впровадження ПЕБВ пропонується для систематизації наукової інформації та представлення її у зручній для сприйняття та використання формі. Цей нормативно-технічний документ визначає вплив конкретного організму на навколишнє середовище та сприяє контролю за наслідками життєдіяльності даного виду. ПЕБВ є ефективним інструментом для взаємообміну професійною інформацією між експертами різних спеціальностей, зокрема, спеціалістів біологічного спрямування з фахівцями з питань екобезпеки. Матеріалом для ПЕБВ служать практичні дослідження, наукові публікації та інші достовірні джерела інформації. ПЕБВ забезпечують наукову достовірність інформації про живі організми та особливості їх метаболізму, що значно сприяє процесу моніторингу та управління екобезпекою. Система ПЕБВ створюється з метою підготовки обґрунтованої інформації для осіб, що приймають управлінські рішення. Метою даного дослідження є вибір модельних об'єктів для розробки універсальної структури паспорту екологічної безпеки видів та визначення етапів паспортизації живих організмів.

Обґрунтування вибору модельних об'єктів для відпрацювання структури ПЕБВ.

В якості модельних об'єктів для відпрацювання первинної структури паспорту екологічної безпеки було обрано представників класу Мухомycetes, дослідженням яких в Україні в останні 20 років приділялось багато уваги [2, 3, 4]. Вибір обумовлений не тільки тим, що міксоміцети відносяться до класичних модельних об'єктів різноманітних біологічних досліджень, але й насамперед тим, що ці грибоподібні протисти поєднують у собі характерні риси, притаманні різним таксономічним групам органічного світу [5]. Для відпрацювання первинної структури ПЕБВ міксоміцети є вдалимими модельними об'єктами з трьох основних причин: універсальність будови, унікальний життєвий цикл та широке поширення. Цим організмам одночасно притаманні риси грибів та найпростіших, більшість видів міксоміцетів можливо помітити неозброєним оком, але для їх детального вивчення необхідне спеціальне обладнання, тому вони займають проміжне положення серед макро- та мікроскопічних об'єктів органічного світу. Повний життєвий цикл міксоміцетів може тривати менше доби, при цьому на різних етапах розвитку представники одного виду кардинально відрізняються за зовнішнім виглядом та аспектами життєдіяльності. В залежності від стадії, міксоміцети знаходяться в різних місцях: спори та міксамеби – у ґрунті, повітрі і навіть у водному середовищі; плазмодії – всередині вологих субстратів, якими є переважно відмерлі рослинні залишки; плодові тіла та склероції – на відносно сухих поверхнях субстратів різного походження. Міксоміцети вважаються космополітами та убіквістами, широко поширеними в різноманітних біотопах земної кулі, проте відмічається їх приуроченість до детритних субстратів лісових екосистем помірних широт [6]. Таким чином, екологічна ніша міксоміцетів охоплює велику кількість сфер навколишнього середовища, що також є суттєвим аргументом на користь їх вибору у якості модельних об'єктів для розробки універсальної структури ПЕБВ, які надалі можна адаптувати для інших об'єктів живої природи. Внаслідок суто наукового підходу до

вивчення міксоміцетів, прикладні аспекти життєдіяльності цих організмів залишилися недостатньо дослідженими, проте останнім часом проводяться експерименти для з'ясування «шкідливих» та «корисних» властивостей міксоміцетів. Це також є аргументом на користь вибору міксоміцетів у якості модельних об'єктів для розробки структури ПЕБВ, оскільки наочно продемонструє можливості паспортизації як засобу розкриття нових сфер використання для практичних потреб організмів, невідомих широкому загалу. ПЕБВ надає можливість навести приклади використання паспортизованого організму в практичній діяльності, а також науково аргументувати або спростувати гіпотетичні загрози, пов'язані з даним видом. ПЕБВ – це узагальнення достовірних даних про окремий живий організм для можливості використання цієї інформації широким колом зацікавлених осіб.

Відпрацьовану на прикладі міксоміцетів первинну структуру паспорту екологічної безпеки, можна використовувати як основу для розробки паспортів екобезпеки тварин, рослин, грибів, водоростей та бактерій. На перший погляд міксоміцети не відносяться до біооб'єктів, що потребують першочергової паспортизації, оскільки вони не спричиняють очевидної шкоди та не належать до значимих об'єктів господарчої діяльності, а їх роль в екосистемах все ще залишається не вивченою до кінця. Професійним дослідженням цієї групи організмів займається невелике коло фахівців, тому для широкого загалу міксоміцети зазвичай залишаються невідомими. Можливо саме тому, коли ці організми випадково потрапляють у поле зору людей, не знайомих з особливостями життєдіяльності міксоміцетів, в результаті з'являються і поширюються хибні уявлення про ці організми, тому міксоміцети в першу чергу потребують паспортизації для відновлення їх репутації. Хибні уявлення про будь-який живий організм чи явище здатні спричинити більше шкоди, ніж повна відсутність інформації, особливо коли це впливає на прийняття управлінських рішень у сфері екобезпеки. Впровадження паспортизації живих організмів націлене на системне поширення достовірних наукових знань та висновків про екологічну безпеку кожного виду серед широкого кола спеціалістів та всіх зацікавлених осіб.

Етапи розробки ПЕБВ. Оскільки паспортизація живих організмів є новим напрямком у сфері екобезпеки, то на першому етапі необхідно розробити універсальний проект структури ПЕБВ у загальній формі, що окреслює інформаційні рамки, які відповідають головним завданням екологічної безпеки навколишнього середовища та людини. Другий етап включає відпрацювання структури первинного проекту універсального паспорту на модельних організмах, внаслідок чого будуть створені перші ПЕБВ для ряду представників класу Mucoromycetes та розроблена структура типового паспорту для видів цієї групи. На третьому етапі остаточно формуються структури всіх типів паспортів із внесенням змін в універсальну структуру паспорта для досягнення уніфікованої форми, інтегрованої до загальної системи моніторингу та управління у сфері екологічної безпеки.

Таким чином для паспортизації всіх видів живих організмів необхідно розробити три типи паспортів: універсальний, структура якого слугує зразком для відпрацювання ПЕБВ; типовий – для відокремленої таксономічної групи організмів з однорідною будовою та властивостями; видовий – власне ПЕБВ. Впровадження кожного нового ПЕБВ в систему

екологічної безпеки складається з трьох основних кроків: створення, апробація, корегування. Цей цикл повторюється для забезпечення постійного розвитку та покращення системи паспортизації живих організмів.

Уніфікована форма необхідна для формування єдиної системи, а спеціалізовані (типові) паспорти потрібні для врахування особливостей кожної конкретної систематичної групи видів. Універсальна структура паспорту являє собою основу для розробки типового паспорту. Типовий паспорт містить загальний план характеристики групи видів, які належать до однієї систематичної групи (відділу, класу, порядку, родини тощо) та відрізняються рядом спільних рис з точки зору екологічної безпеки. Головними ознаками, за якими індивідуальні ПЕБВ організмів спільної систематичної приналежності підпорядковуються плану структури типового паспорту, є подібність їх будови, метаболізму і діапазону реакції на фактори навколишнього середовища та інші види. За планом типового паспорту складаються індивідуальні ПЕБВ, після чого структура типового паспорту може уточнюватись та видозмінюватись, що, у свою чергу, може вплинути на зміну універсальної структури побудови ПЕБВ. Структурні підрозділи основної частини ПЕБВ можуть змінюватись в залежності від таксономічної приналежності та особливостями будови і життєдіяльності організму, що паспортизується. Проте загальна структура паспорту має бути формалізована за єдиним стандартом, щоб можна було використовувати ПЕБВ для побудови моделей взаємодії між видами та прогнозування змін в екосистемах. Універсальна структура необхідна для зручності інтеграції даних в загальний процес управління екологічною безпекою, а врахування змін обумовлене постійним оновленням наукових даних та розширенням кола паспортизованих видів живих організмів.

Перший варіант ПЕБВ формується спеціалістом достатнього кваліфікаційного рівня, який в польових та лабораторних умовах безпосередньо досліджував цей організм. Наступні кроки паспортизації передбачають залучення фахівців з різних галузей, які вивчали різноманітні аспекти життєдіяльності даного виду або його взаємодію з іншими живими організмами та факторами навколишнього середовища, а також інші види та питання, пов'язані з даним організмом. Експертні оцінки можуть бути індивідуальними та колективними: при індивідуальній оцінці інформація надходить лише від одного фахівця, в той час як колективні передбачають врахування думки групи експертів для підвищення адекватності оцінювання. Оскільки об'єкти живої природи знаходяться у процесі безперервних трансформацій, то і паспорти екологічної безпеки видів також потребують постійних доповнень та уточнень, тому ПЕБВ залишається документом з відкритою структурою для подальших редагувань по мірі надходження нових наукових даних про паспортизований вид.

Універсальна структура паспорту екологічної безпеки виду. ПЕБВ представляє комплекс описових та цифрових даних, виражених через систему показників, що максимально повно відображають всю наукову інформацію про даний вид. Структура ПЕБВ складається з таких стандартних елементів, як титульний лист, зміст, відомості про розробників, основна частина, список використаних інформаційних джерел та додатки. Основна частина ПЕБВ містить наукову характеристику виду, що включає сучасну назву таксону, філогенетичне положення в системі органічного світу, етапи життєвого циклу, морфологічні форми та

особливості будови. Сюди входять відомості про географічне поширення, як глобальне, так і на території України з урахуванням впливу кліматичних умов та рельєфу. Аналізується приуроченість виду до певних біотопів, його екологічні особливості, екологічна ніша та взаємодія з іншими організмами. Взаємозв'язки виду з іншими живими організмами можна представляти не тільки в описовому варіанті, але й у вигляді схем та моделей взаємовідносин з наведенням розрахунків статистичної вірогідності спричинення шкоди даним видом іншим живим істотам, людині та навколишньому середовищу. Загальні відомості включають дані щодо життєдіяльності виду та опис процесів його метаболізму з переліком хімічних сполук, що споживаються, накопичуються та синтезуються даним видом. Окремо виділяються біоактивні речовини та сполуки, що можуть зашкодити як даному виду, так і іншим живим організмам, включаючи людину, а також завдати шкоду навколишньому середовищу. Діапазон умов існування даного біологічного виду представлений показниками гранично допустимих та оптимальних параметрів з характеристикою зони комфорту, оптимуму та песимуму впливу різних факторів. Враховуються граничні значення абіотичних факторів для розвитку цього виду, зокрема фізичні (інтенсивність сонячного опромінення, тепловий режим, шум, радіоактивність, магнітні поля) та хімічні (склад атмосфери, води та ґрунту). Аналізується не тільки ступінь впливу абіотичних та біотичних факторів на даний організм, але й, в першу чергу, вплив цього виду на навколишнє середовище, людину та інші види живих організмів. Особлива увага приділяється ролі даного об'єкта в житті людини з представленням відомостей про практичне використання цього виду та шкоду, яку він може заподіяти. Внаслідок цього робляться висновки щодо оцінки реальних та потенційних загроз з боку виду для інших живих істот, навколишнього середовища та людини. У рекомендації щодо стану екологічної безпеки виду входить аналіз загроз, що становлять небезпеку для існування виду, та пропозиції щодо можливих природоохоронних заходів, а також перелік рекомендацій, спрямованих на зниження навантаження на навколишнє середовище у випадку, коли даний вид становить загрозу для довкілля. У разі, коли виду загрожують певні біотичні або абіотичні фактори, в ПЕБВ пропонуються заходи щодо його збереження. У додатки виносяться відомості, які підтверджують та доповнюють наведену інформацію.

Висновки та переваги практичного застосування паспортів екологічної безпеки видів. ПЕБВ – це комплексний документ, що характеризує взаємовідносин окремого виду з навколишнім природним середовищем, абіотичними факторами та живими об'єктами, включаючи людину, для визначення показників загроз екологічній безпеці. У цьому науковому документі, з одного боку, представлені дані щодо використання біологічним видом ресурсів навколишнього середовища, а з іншого – визначається вплив цього організму на довкілля, людину та інші біологічні об'єкти. Крім того, визначаються вірогідні ризики для даного виду з боку біотичних та абіотичних факторів навколишнього середовища. Це надасть можливість визначити шляхи зниження реальних ризиків та запобігти появі потенційних ризиків, пов'язаних з даним видом. Завдяки ПЕБВ можливо з'ясувати загрози існуванню кожного виду, визначити необхідність його захисту і таким чином сприяти охороні біорізноманітності та покращенню ефективності заходів захисту навколишнього середовища.

Впровадження ПЕБВ дозволить підвищити контроль за наслідками життєдіяльності окремих живих організмів в системі екобезпеки.

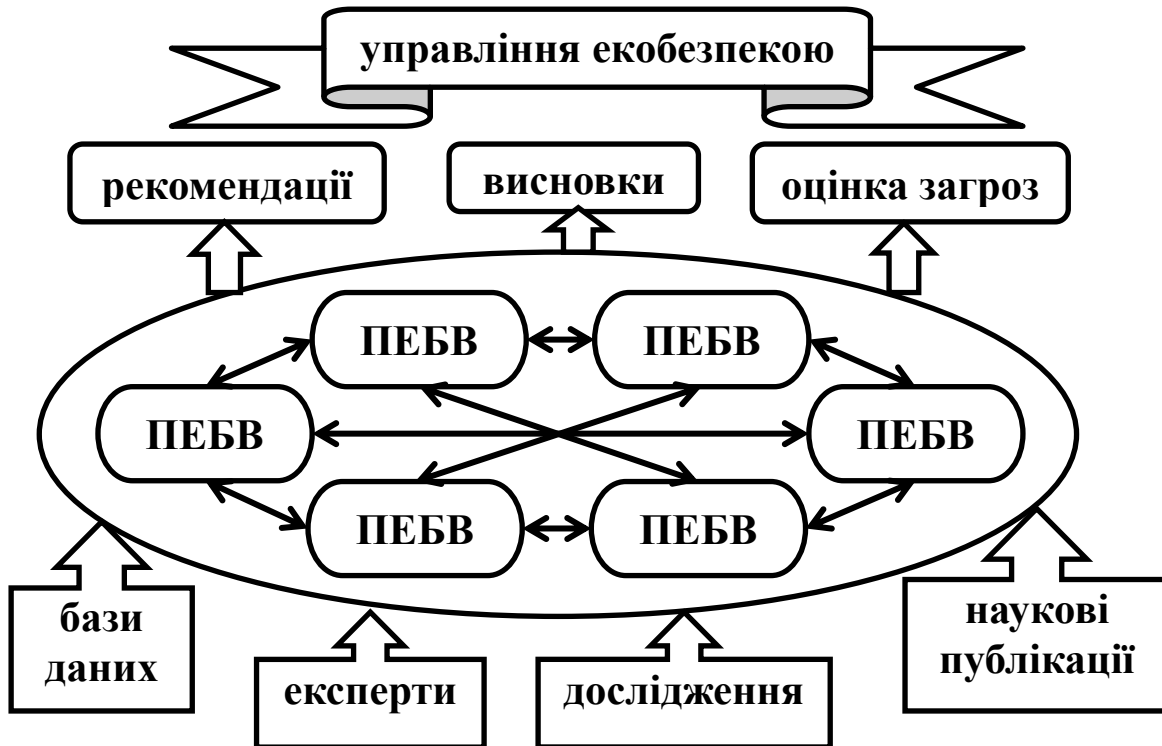


Рис. 1 – Схема функціонування єдиної системи паспортів екологічної безпеки видів (ПЕБВ)

Використання ПЕБВ забезпечить максимально вичерпні відомості про стан екологічної безпеки та сприятиме обґрунтуванню вибору нормуючих коефіцієнтів для його оцінки. Розробка методів і засобів системного моніторингу екологічних загроз за допомогою ПЕБВ дозволить не лише контролювати, а й забезпечувати підтримку такого стану безпеки, за якого її показники перебуватимуть у допустимих межах. Паспортизація видів узагальнить дані з різних сфер науки за допомогою формування мережі кваліфікованих експертів за різними напрямками екологічної безпеки. Внаслідок паспортизації вузькоспеціалізована наукова інформація стане доступна широкому колу фахівців, а прозора процедура формування ПЕБВ забезпечить достовірність відомостей. У паспорті вираховується статистична вірогідність негативного впливу, який може спричинити даний вид на інші організми, людину та навколишнє середовище, при цьому вказуються умови, за яких це можливо. Таким чином мінімізується можливість некоректної інтерпретації наукових даних та створюються умови для конструктивної взаємодії науковців та управлінців. Впровадження ПЕБВ стане ефективним інструментом для прийняття науково обґрунтованих управлінських рішень у сфері екологічної безпеки.

Перспективи впровадження паспортизації об'єктів біорізноманітності. Широкомасштабне впровадження ПЕБВ відкриває нові перспективи для ефективного моніторингу та управління у сфері екобезпеки. Паспортизація біооб'єктів створює підґрунтя для побудови

моделей з детальним відображенням реальних взаємозв'язків в природних екосистемах. У процесі паспортизації видів ширше розкриваються різні сторони життєдіяльності організмів, що дозволить виявити нові об'єкти для біоремедіації та біоіндикації. Накопичення відомостей з ПЕБВ надасть змогу доповнити зміст статті "Державний облік об'єктів, що шкідливо впливають на стан навколишнього природного середовища" закону України "Про охорону навколишнього природного середовища". Для доступу до відомостей, що містяться в ПЕБВ, широкому колу експертів та зацікавлених осіб необхідне забезпечення он-лайн режиму користування та об'єднання всіх ПЕБВ в єдину структуру з інтеграцією науково-інформаційних баз даних. Така система сприятиме ефективному управлінню станом екобезпеки навколишнього середовища, як на регіональному, так і на загальнодержавному та глобальному рівнях.

Список використаної літератури

1. Симонов И.Н., Трофимович В.В. Формы движения живой материи как предмет фундаментальных исследований в экологии // *Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору.* – К., 2013. – Вип. 13. – С. 114–122.
2. Дудка І.О., Кривомаз Т.І. Нові види міксоміцетів з Українських Карпат // *Український ботанічний журнал.* – 1996. – Т. 53, № 6. – С. 710–716.
3. Кривомаз Т.І. Таксономічна структура та особливості екології міксоміцетів лісів України. Автореф. дис. канд. біол. наук.: 03.00.21 / Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного. – К.: 2010. – 30 с.
4. Dudka I.O., Kryvomaz T.I. Myxomycetes in the virgin beech and old-aged spruce forests of National Nature Park "Bewitched Land" (Ukrainian Carpathians) // *Біологічні Студії / Studia Biologica* – 2013. – Т. 7, № 2 – С. 107–118.
5. Kryvomaz T.I. First steps in myxomycete conservation activities // *Fungal Conservation.* – 2014 – № 4. – P. 35–39.

Стаття надійшла до редакції 28.07.14 українською мовою

© Т.И. Кривомаз

ОЦЕНКА МОДЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ПОЭТАПНОЙ РАЗРАБОТКИ «ПАСПОРТА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВИДОВ»

Представлены этапы разработки «Паспортов экологической безопасности видов» для эффективного мониторинга и управления в сфере экологической безопасности. Предложено использовать миксомицеты как модельные объекты для разработки структуры паспортов экологической безопасности видов. Целесообразность такого выбора аргументируется особенностями морфологии, физиологии, биохимии и филогении миксомицетов, а также их широким распространением в различных биотопах большинства регионов мира. Полученную структуру в дальнейшем можно адаптировать для паспорттизации представителей

других групп организмов, в соответствии с их строением и особенностями метаболизма. Внедрение паспортизации видов повысит уровень контроля в системе экологической безопасности и эффективность мер защиты окружающей среды и человека.

© T.I. Kryvomaz

**VALUATION OF MODEL OBJECTS FOR DEVELOPING OF
"ENVIRONMENTAL SAFETY PASSPORTS OF SPECIES"**

A stages of "Environmental safety passports of species" were presented for effective monitoring and management of environmental safety. The Myxomycetes was proposed for using as model objects to develop patterns of environmental safety passports of species. The reason of such a choice is justified by morphology, physiology, biochemistry and phylogeny of Myxomycetes and by their wide distribution in different habitats of different regions of the world. This structure can be adapted for certification of other groups of organisms, in according with their morphology and characteristics of metabolism. Implementation of species certification will increase the level of control in the system of ecological safety and effectiveness of protection actions for environment and human.