

АНАЛІЗ НОВИХ БІОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ У КОНТЕКСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ БІОБЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

*І.І. Клімкіна, В.В. Федотов, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»,
Україна*

Наведено результати аналізу біологічних загроз в Україні. Визначено, що інвазії, пов'язані з проникненням чужорідних біологічних видів і негативним впливом їх на місцеві екосистеми, досягнення синтетичної біології, а також інфекційні хвороби, несуть значну загрозу біобезпеці суспільства та біорізноманіттю екосистем. Запропоновано системні заходи щодо попередження розповсюдження небезпечних біологічних об'єктів.

За останні десятиріччя природа і людство стикнулись з якісно новими загрозами, пов'язаними з розповсюдженням потенційно небезпечних біологічних агентів (чужорідних біологічних видів, патогенних форм вірусів і мікроорганізмів). Крім того, досягнення сучасної біотехнології та генної інженерії створює умови для появи синтетичних біологічних систем на молекулярному та клітинному рівнях, потрапляння яких до природних екосистем має непередбачені наслідки для здоров'я людини та функціонування біосфери [1].

Як наголошується в «Концепції біологічної безпеки держав-учасниць СНД» [2] основними біологічними загрозами є:

- інфекційні захворювання, що мають характер масових спалахів, епідемій, епізоотій, поява нових маловивчених інфекцій;
- застосування в різних сферах генетично-модифікованих організмів (трансгенів);
- неконтрольоване вивільнення або розповсюдження живих організмів з невстановленим механізмом впливу на екосистему;
- природні та техногенні катастрофи, аварії на біологічно небезпечних об'єктах і виробництвах;
- професійні інфекційні захворювання, можливі в результаті внутрішньолабораторних заражень;
- використання біологічних вражаючих агентів у військових і терористичних цілях, включаючи диверсії на біологічно небезпечних об'єктах.

В Україні вищезазначені біологічні загрози посилюються наявністю значної кількості об'єктів підвищеної безпеки з вже вичерпаними технічними та технологічними ресурсами, а також активністю природних осередків патогенних мікроорганізмів, особливо збудників небезпечних інфекційних хвороб. Наведені фактори збільшують ризики виникнення надзвичайних ситуацій, створюють реальні загрози життєдіяльності населення, подальшому соціально-економічному розвитку та національній безпеці країни [3]. Протидія негативному впливу біологічних факторів і загроз в Україні ускладнюється недосконалістю відповідної нормативно-правової бази та відсутністю в державі атестованих методик досліджень та системи стандартів у цій сфері.

Проблеми запобігання біологічних загроз зумовили необхідність організації ефективної системи біологічної безпеки, як в Україні, так і в окремих країнах і в загальносвітовому масштабі взагалі.

На конференції у Ріо-де-Жанейро у 1992 році 193 держав членів ООН підписали Конвенцію з біорізноманіття і створили комітет з розробки відповідного Протоколу з біобезпеки, названого Картахенським, в якому декларуються наміри вживати заходів з виключення шкідливого впливу сучасних біотехнологій на здоров'я людини і навколишнє середовище [4]. При створенні відповідних національних правових норм у цій сфері обов'язково враховуються засадничі положення Картахенського протоколу про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття [4].

В рамках Стратегічного плану з біорізноманіття на 2011-2020 рр. дієвим заходом є прийняття

Нагойського протоколу про доступ до генетичних ресурсів та справедливий і рівноправний розподіл вигод від їх використання [1, 5].

В Україні важливою умовою системи біологічної безпеки є контроль за ввезенням і розповсюдженням, перевіркою на біологічну безпеку генетично змінених живих організмів (ГМО) та їх похідних. Основний закон, що регулює питання біобезпеки у даній області, прийнятий 31 травня 2007 р. (№ 1103-V, «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів»). Крім того, питання біобезпеки регулюються актами Кабінету Міністрів України, наказами центральних органів виконавчої влади, державними стандартами. Більше 50 нормативно-правових актів прийнято у цій сфері протягом 2007-2014 років. У законодавстві визначено основні засади державної політики у сфері біобезпеки, серед яких закріплена пріоритетність збереження здоров'я людини і охорони навколишнього природного середовища у порівнянні з отриманням економічних переваг від використання ГМО.

Згідно з вищезазначеним Законом, під біологічною безпекою розуміють такий стан середовища життєдіяльності людини при якому відсутній негативний вплив її чинників на біологічну структуру і функції людини у нинішньому і майбутніх поколіннях, а також відсутній необоротний негативний вплив на біологічні об'єкти природного середовища (біосферу) та сільськогосподарські рослини і тварини [6]. В Україні система біобезпеки у частині інформування про трансгенну продукцію регулюється також Законом «Про захист прав споживачів». У Статті 15, п.6 зазначеного закону йдеться про те, що «Інформація про продукцію повинна мати відомості про наявність або відсутність у складі продуктів харчування генетично модифікованих компонентів».

У 2009 році Указом Президента України введено в дію рішення Ради національної безпеки України «Про біологічну безпеку». У даному документі серед пріоритетних завдань органів влади визначається здійснення ефективних заходів з організації системи біобезпеки держави, протидії проявам біотероризму, захист населення від безконтрольного поширення генетично модифікованих організмів (трансгенів), збереження здорового та безпечного природного середовища.

Головним координуючим органом у сфері біологічної безпеки в Україні є «Міжвідомча комісія з питань біологічної та генетичної безпеки», створена в 2004 р., назва якої в 2009 р. змінилася на «Комісію з біобезпеки та біологічного захисту» [6, 7]. Згідно висновків Комісії «...в Україні досі не існує цілісної, ефективної загальнодержавної системи боротьби з біоагрозами. Ми маємо окрему санітарно-епідемічну службу Міністерства охорони здоров'я, Державний комітет ветеринарної медицини, який займається захворюваннями і особливо небезпечними інфекціями серед тварин, санепідемслужби в різних відомствах, наприклад в МВС, але відсутня ефективна взаємодія та координація між цими відомствами» [6, 7].

Значну загрозу біобезпеці та біорізноманіттю екосистем несуть інвазії, тобто процеси, пов'язані з проникненням чужорідних біологічних видів і вплив їх на місцеві екосистеми [8-10]. Встановлено, що з другої половини ХХ століття на тлі глобальних кліматичних і антропогенних змін загострилися проблеми розширення видових ареалів і негативного впливу видів-вселенців на аборигенну флору, фауну та природні комплекси в цілому. Внаслідок економічної та соціальної глобалізації зв'язків у сучасному світі люди, товари, технології, а разом з ними і різноманітний біологічний матеріал, стали значно інтенсивніше, ніж у минулому, переміщатися через кордони держав. Біологічні інвазії виникають у результаті ряду природних та антропогенних причин: природних переміщень видів, пов'язаних зі спалахами їх чисельності та розширенням ареалу; інтродукції корисних для людини видів, випадкових заметів з баластними водами, з імпоротною сільгосппродукцією, багажем; вселення в природне середовище екзотичних рослин і тварин акваріумістами та колекціонерами екзотів.

Інвазійні види називають біологічними забруднювачами, що підкреслює їх потенційний шкідливий вплив. Чужорідні види (інвайдери), які відзначені у всіх таксономічних групах, впроваджуються в місцеві спільноти і загрожують біологічній різноманітності на регіональному і глобальному рівнях. Появи небезпечних інвазійних видів рослин-бур'янів комах-шкідників, нових збудників і переносників захворювань, агресивних видів-вселенців, що адаптувалися до нових умов, може обумов-

лювати серйозні економічні та екологічні катаклізми. Відомі приклади інвазій чужорідних видів, які приводили до національних потрясінь: фітофтора – в Ірландії, філоксера – у Франції, кролики та опунція – в Австралії, водяний гіацинт – в тропічній Азії, борщовик – у Росії [8].

На території колишнього СРСР тільки в складі фауни рослиноїдних комах зареєстровано близько 100 чужорідних видів, з яких 57 видів мають явними ознаками шкодочинності [8]. Серед найбільш відомих біологічних інвазій в Україні та Росії можна назвати колорадського жука, рибу ротана, золотисту нематоду, рачка церкопагіса, бур'ян амброзію [9].

У публікації [10] зазначається, що на півдні України з метою акліматизації було випущено 47 видів ссавців, 5 видів птахів, 35 видів риб. Позитивний ефект від акліматизації показали тільки деякі з цих вселенців, такі як білий амур, товстолоб, піленгас, ондатра, лань, муфлон, фазан, американська норка і деякі інші види. Акліматизація ондатри і кільчастої горлиці привела до екологічного «вибуху» з багаторазовим збільшенням чисельності та щільності їх популяцій.

У результаті вивчення причин і масштабів вселення чужорідних видів риб басейнів Дніпра, Волги, Дону було встановлено, що 58 виду прісноводних риб цих річок можуть бути визнані інвазійних, з них близько половини видів набули статусу натуралізованих [11]. Деякі з цих видів, наприклад чебрачок амурський, сонячний окунь представляють певну загрозу для стабільності прісноводних прибережних біогеоценозів. Крім чужорідних видів риб у річці Дніпро за останні роки було знайдено два виду крабів, а також прісноводні медузи.

Наявним прикладом «вторгнення» чужорідних гідробіонтів є розповсюдження тропічного виду пістії тілорізовидної (*Pistia stratiotes*) в річці Сіверський Донець на Харківщині влітку 2013 р. [12]. На деяких ділянках річки пістія практично повністю закрила водне дзеркало, утворюючи біомасу до 1,9 кг/м², що значно порушило гідрохімічний і гідробіологічний режими водойми. Ця теплолюбива рослина африканського походження не витримує зимових умов помірних широт, але вона може перезимувати в теплих збросних водах теплоелектростанцій. Загроза подальшої інвазії пістії на сході України обумовлена тим, що Сіверський Донець впадає в Дон, де умови для зимівлі є більш сприятливими.

Державний нагляд і контроль поширення потенційно небезпечних біологічних видів здійснюється ветеринарною та фітосанітарною службою України, інспекцією з карантину рослин, інспекцією по захисту рослин. Ветеринарно-санітарні та фітосанітарні заходи спрямовані на виявлення і ліквідацію вогнищ поширення небезпечних бур'янів, шкідників і збудників хвороб, зокрема чужорідних, попередження їх ввезення в Україну. Ця сфера регламентується законами України «Про карантин рослин», «Про захист рослин», «Про ветеринарну медицину», «Про безпечність та якість харчових продуктів», «Про рибу, інші водні живі ресурси та харчову продукцію з них».

Слід зазначити, що наявність в Україні численних державних служб з ветеринарно-санітарного та фітосанітарного нагляду (головним чином у сільськогосподарському секторі) не забезпечує реалізації єдиної скоординованої системи біобезпеки у галузі контролю за біологічними інвазіями.

Таким чином, для попередження розповсюдження інвазійних форм рослин і тварин, вважаємо вкрай необхідним:

1) скласти списки «вселенців» (окремо для комах, водних безхребетних, риб і ссавців), поширених на території України із зазначенням відомостей про характер небезпеки їх натуралізації в місцевій флорі і фауні і даних про динаміку поширення виду на території України;

2) на основі зібраних відомостей про чужорідні види сформувати єдину електронну базу даних «Реєстр інвазійних видів України» за організаційної та фінансової підтримки відповідних державних установ, громадських організацій та зарубіжних фондів;

3) скоординувати зусилля суміжних організацій, що займаються проблемами біологічних інвазій шляхом створення спеціальної робочої групи під егідою Національної Комісії з біобезпеки та її представництв у регіонах.

Не менш серйозні загрози біобезпеки несуть досягнення синтетичної біології [13]. Це новий напрямок в генній інженерії базується на можливості проектування і побудови нових, в тому числі неіснуючих в природі, біологічних форм, функцій, систем, програмованих клітин і організмів. Останні досягнення в молекулярній генетиці та генній інженерії дозволяють цілеспрямовано отримувати штучні гормони, фізіологічно-активні речовини, ферменти, вакцини і навіть нові форми життя.

Наприкінці 2010 року, в американському Інституті Дж. Крейга Вентера було створено штучний генном бактерії *Mycoplasma mycoides*, який пересадили у цитоплазму бактерії *M. capricolum*. Цей синтетичний одноклітинний організм росте і розмножується також як і будь-яка інша бактерія мікоплазма. Таким чином, вперше вдалося отримати клітину, керовану повністю синтетичним геномом.

Важливим завданням сучасної синтетичної біології є створення обширного генетичного банку фрагментів ДНК (нуклеотидів та ін.), що дозволить конструювати будь-який потрібний організм із заданими властивостями. В даний час дослідженнями в області синтетичної біології в усьому світі займається близько 100 лабораторій, в яких створено і систематизовано вже більше 140 елементарних біоблоків ДНК [14]. Багато з цих біотехнологічних лабораторій за приватними замовленнями можуть синтезувати будь-які послідовності ДНК, що підвищує загрозу цільового або випадкового отримання нових небезпечних біоагентів.

Думка експертів та світової громадськості про досягнення і перспективи синтетичної біології розділилися. Оптимістичні прогнози розвитку технологій створення «штучного життя» пророкують третю промислову революцію і вирішення багатьох глобальних медико-соціальних, екологічних та економічних проблем людства. Наукові центри, що займаються синтетичної біологією, реалізуючи технологічні тренди, працюють в напрямках розробки біоінженерної крові, біодизельного палива, технологій швидкого створення ліків і вакцин, вирощування органів для трансплантології. Однак, очевидними є й потенційні загрози, викликані втручанням людини в природні прояви життя на генетичному рівні. Невідомо як поведуть себе синтетичні форми життя в природному середовищі. Біологічний прорив Крейга Вентера слід застосовувати тільки в строгих рамках біологічної етики, обмежуючи широке його впровадження на практиці. Той же обережний підхід вимагали свого часу технології розщеплення атома і клонування тварин.

Інший приклад щодо необхідності забезпечення жорсткого контролю над результатами робіт в області синтетичної біології стосується надзвичайно патогенного вірусу «іспанки» (H1N1), який був відтворений у 2005 р. із застосуванням технологій генної інженерії з метою вивчення пандемії грипу і який став причиною смерті десятків мільйонів людей на початку ХХ століття. За своєю структурою вірус «іспанки» виявився дуже схожим з вірусом азійського пташиного грипу H5N1. Подібні розробки, незважаючи на суворі заходи безпеки, представляють серйозну загрозу з позицій біобезпеки.

З 1975 року набула чинності міжнародна Конвенція про заборону розробки, виробництва та накопичення запасів бактеріологічної (біологічної) і токсинної зброї та про їх знищення. Однак негласно в ряді країн успіхи генної інженерії використовуються для розробки нових видів бактеріологічної і токсинної зброї. Вкрай небезпечно в глобальному масштабі застосування сучасних біотехнологій у військових цілях при розробці нових токсинів, патогенних форм вірусів і мікроорганізмів.

Узагальнюючи наведені дані, слід зазначити, що біобезпека відноситься до концепції політики та законодавства, націленої на оцінку потенційних ризиків, насамперед, щодо здоров'я людини.

Біобезпека визначає стан захищеності людини і навколишнього середовища від небезпечних об'єктів біологічної природи. З іншого боку – це стан захищеності людини від усіх об'єктів, які негативно впливають на його здоров'я. У цьому аспекті поняття здоров'я є якісним критерієм поняття «біобезпека».

Здоров'я населення визначається загальним рівнем його захворюваності (інфекційна, неінфекційна, гостра, хронічна), а також смертності, і відображає екологічний стан навколишнього середовища, економічні та соціальні умови проживання.

У контексті біобезпеки населення традиційно розглядаються інфекційні хвороби. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, у світі щорічно вмирає від інфекційних хвороб, викликаних патогенами, понад 16 млн. осіб [15]. Епідеміологи підраховали, що за останні 50 років у військових конфліктах на земній кулі загинули близько 25 млн. чоловік, в той час як тільки від 5 інфекцій (синдром набутого імунodefіциту, малярія, туберкульоз та гепатити В і С) померли понад 200 млн. чоловік.

Для біологічної безпеки України досить актуальною є проблема розробки нових засобів профілактики небезпечних інфекційних захворювань. Туберкульоз займає одне з перших місць у ряді цих захворювань через низьку ефективність традиційних засобів лікування. З кожним роком зростає захворюваність і смертність від цієї соціально-небезпечної хвороби [16], яка займає перше місце в структурі смертності людей від інфекційних захворювань. Серед причин погіршення епідемічної ситуації з туберкульозу – соціально-економічна криза та її наслідки, зростання числа соціально дезадаптованих і чутливих груп населення, хворих на хронічні соматичні захворювання, алкоголізм, наркоманію та ВІЛ / СНІД.

Безумовно, проведений аналіз не є вичерпним для оцінки усіх існуючих біоагроз але їх більш ніж достатньо, щоб визнати наявність серйозних проблем в галузі біобезпеки і необхідність їх вирішення на регіональному, національному та міжнародному рівнях.

Литература

1. The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets: Report of the Tenth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity / UNEP/CBD/COP/10/27, – Nagoya, Japan, 18-29 October 2010.
2. Концепция биологической безопасности государств-участников Содружества Независимых Государств // http://www.microbe.ru/files/Conception_biosafety.pdf
3. Рішення Ради Національної безпеки і оборони України «Про біологічну безпеку України» (Рішення введено в дію Указом Президента N 220/2009 (220/2009) від 06.04.2009).
4. Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity // <http://bch.cbd.int/protocol/text/>
5. Нагойский протокол регулирования доступа к генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой и равной основе выгод от их применения к конвенции о биологическом разнообразии. ООН, 2010. – 30 с.
6. Указ Президента Украины № 423/2009 «О Комиссии по биобезопасности и биологической защите при Совете национальной безопасности и обороны Украины» // <http://www.president.gov.ua/ru/documents/9430.html>
7. Закон України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2007, N 35, ст.484 (зі змінами, внесеними згідно із Законами N 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010, ВВР, 2010, N 9, ст.90 N 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012)
8. Дгебуадзе Ю.Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. Сборник материалов Круглого стола Всероссийской конференции по экологической безопасности России (4-5 июня 2002 г.). М.: ИПЭЭ им. А.Н. Северцева, IUCN (МСОП), 2002. С. 11-14.
9. Ижевский С.С. Инвазии: неизбежность и контроль // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. Сборник материалов Круглого стола Всероссийской конференции по экологической безопасности России (4-5 июня 2002 г.). М.: ИПЭЭ им. А.Н. Северцева, IUCN (МСОП), 2002. С. 49-61.
10. Масштабы и темпы биологических инвазий на юге Украины и их последствия (на примере позвоночных животных). Кошелев А.И., Пересадько Л.В., Писанец А.М. Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Богдана Хмельницького / Биологи-

ческий вестник Мелитопольского государственного педагогического университета им. Богдана Хмельницкого / Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University. 2011. № 1. С. 43-47.

11. Новіцький Р.О., Слинко Ю.В. Масштаби та спрямованість інвазій чужорідних видів риб у найбільші ріки Європи // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2009. – Вип. 14, № 2. – С. 150–163.

12. Васенко А. Г., Старко Н. В., Верниченко-Цветков Д. Ю., Лунгу М. Л., Персианов Г. В. О появлении пистии телорезовидной в водних объектах Харьковской области. // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: IX Міжнародна наук.-практ. конф., 9-13 вересня 2013 р., м. Алушта, АР Крим, Україна: зб. наук. ст. У 2-х т. Т. 1/ УкрНДІЕП. – Х.: Райдер, 2012.

13. Young E., Alper H. Synthetic Biology: tools to design, build, and optimize cellular processes.// J. Biomed. Biotech., 2010, 201, 1-12.

14. <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2011/sinteziruya-zhivoe>

15. WHO. World Health Statistics, 2011.

16. Фещенко Ю.І., Черенько С.О. Туберкульоз в Україні: сучасний стан проблеми та перспективи розвитку // Здоров'я України. – Тематичний номер. – Квітень 2011. – С. 8-9.

НАПРЯМИ МОНІТОРИНГУ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА КРИВОРІЗЬКИХ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ ЯК ОБ'ЄКТІВ ПІДВИЩЕНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ

В.І. Прокопенко, Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”, Україна

Обґрунтований підхід до вирішення екологічних проблем, орієнтуючись на природоохоронну діяльність підприємств – забруднювачів, та напрям удосконалення системи моніторингу, що полягає у стимулюванні раціонального використання обмежених фінансових і природних ресурсів. Узагальнені організаційно-економічні засади стимулювання криворізьких ГЗК до впровадження елементів моніторингу НПС, як складової екологічного менеджменту.

Вступ. Наявність багатьох різнорівневих структур, які мають певні повноваження щодо впливу на забруднювачів, формування та використання цільових фондів тощо, призводить до зменшення ефективності екологічного моніторингу як на інституційному рівні, так і на рівні підприємств-забруднювачів. Тому обґрунтування методичних підходів до формування організаційно-економічних елементів та принципів екологічного моніторингу доквілля гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) на підставі стимулів активізації їхньої природоохоронної діяльності є важливою науковою та практичною задачею.

За міжнародним стандартом, моніторинг – це багаторазове вимірювання та спостереження за змінами будь-якого параметра в певному інтервалі часу; система довготривалих спостережень, оцінювання, контролювання і прогнозування стану і зміни об'єктів. За напрямом дослідження слід відзначити з'ясування питань організаційно-економічного забезпечення моніторингу та розроблення стимулів до активізації природоохоронної діяльності гірничих підприємств, методів обчислення показників екологізації і контролю за еколого-економічним станом об'єктів управління. Мішенін С.В., Бойко Е.Ю. [1, 2] вважають, що в умовах ринкової економіки і недостатнього розвитку конкурентного середовища важливою складовою реалізації екологічно орієнтованого управління є його мотивація. Вони обґрунтували систему мотиваційних важелів управ-