

1. ПРОБЛЕМИ БІОБЕЗПЕКИ ТА БІОЗАХИСТУ. ЕМЕРДЖЕНТНІ ІНФЕКЦІЇ

УДК 619:608.3

DOI 10.36016/VM-2024-110-1

БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА БІОЗАХИСТ — ОСНОВА ПРОТИДІЇ НОВИМ БІОЛОГІЧНИМ ЗАГРОЗАМ І ВИКЛИКАМ

Головко А. М.

Державний науково-контрольний інститут біотехнології та штамів
мікроорганізмів, Київ, Україна, e-mail: anatolii.golovko@gmail.com

Напненко О. О.

ТОВ «ВП «Укрзооветпромстач», с. Плахтянка, Україна

Мета роботи полягала в аналізі системи забезпечення біобезпеки та біозахисту у суспільному масштабі підприємства, країни та людства в цілому; системи реагування та ліквідації біологічних загроз. Застосовано метод системного аналізу та узагальнення отриманої інформації. Біологічні ризики завжди виникають при роботі з біологічними об'єктами, це слід враховувати і знати джерела біологічної небезпеки та фактори, що підвищують біологічні ризики. Нехтування цими факторами створює постійну загрозу виникнення та поширення X-захворювань; несанкціонованого використання знань та технологій подвійного призначення. Широке застосування штучного інтелекту у різних галузях ще більше посилює проблему. Створює умови для різних гібридних форм та методів біологічного тероризму. Характеристики захворювання X: реплікація у цитоплазмі; мутація та мінливість; передача повітряно-краплинним шляхом; здатність реплікуватися у різних господарях (наприклад, у людей та тварин). Ще однією відмінністю нової інфекції є висока швидкість поширення. Вирішенням проблеми є широке впровадження концепції «Єдине здоров'я» у всьому світі: нарощування потенціалу у реалізації підходу «Єдине здоров'я» для зміцнення систем охорони здоров'я; інтеграція екологічних міркувань у підхід «Єдине здоров'я»; обмеження прихованої пандемії, підвищення стійкості до протимікробних препаратів (AMR). Зниження ризиків, пов'язаних з епідеміями і пандеміями зоонозних захворювань, що виникають і повторно спалахують; контроль та викорінення зоонозних, забутих тропічних та трансмісивних захворювань; зміцнення систем оцінки, управління та комунікації ризиків безпеки харчових продуктів. Гібридні методи та підходи біологічного тероризму використовуються під час війни та військових конфліктів. Як протидію їм необхідно сформуванню позицію світової спільноти щодо неприпустимості використання таких методів під час війни та бойових дій; КБТО має запропонувати ефективні механізми, спрямовані на запобігання розробці та застосуванню біологічної зброї, а також запобігання гібридним формам біотероризму, який важко відрізнити від природних спалахів захворювань, але його наслідки можуть бути не менш небезпечними для людства. В Україні проводиться наступна робота щодо зміцнення системи біологічної безпеки: розроблено проект Закону України «Про біологічну безпеку та біологічний захист»; створено та функціонує Міжвідомча комісія з біобезпеки та біозахисту при РНБО; проводиться модернізація лабораторій та центрів для відповідності вимогам рівня біобезпеки BSL-2; удосконалено систему фізичного захисту об'єктів, що зберігають колекції штамів мікроорганізмів. Реалізуються наукові проекти, спрямовані на виявлення та зниження біологічних загроз. Впроваджено електронні системи моніторингу переміщення збудників та випадків інфекційних захворювань; активна позиція та участь у роботі КБТО. Розроблено міжвідомчу дорожню картку з біобезпеки в рамках концепції «Єдине здоров'я». Розроблено програми навчання студентів та спеціалістів з біологічної безпеки. Біологічні загрози та виклики набули глобального характеру, їх кількість та критичність постійно зростають. Збільшення біологічних загроз диктує необхідність розробки досконаліших систем реагування та профілактики з урахуванням усіх

існуючих викликів. Міждержавне та міжсекторальне співробітництво на основі єдиної стратегії має велике значення у забезпеченні заходів щодо запобігання та реагування на біологічні загрози

Ключові слова: біобезпека, біозахист, загроза, патогени, ризики

У 2018 році в Женеві ВООЗ вперше ввела поняття «Хвороба X», що означає невідомий збудник, здатний спричинити масштабну епідемію. Спалахи особливо небезпечних захворювань у людей і тварин періодично реєструються в усьому світі. Розшифровка геномів сотень мікроорганізмів, досягнення молекулярної біології та біотехнології несуть у собі як наукові відкриття, так і загрозу їх «подвійного використання»; цьому сприяє широке застосування штучного інтелекту у цій галузі [1–3].

Мета роботи: аналіз системи забезпечення біобезпеки та біозахисту у суспільному масштабі підприємства, країни та людства в цілому; системи реагування та ліквідації біологічних загроз.

Матеріали і методи. Застосовано метод системного аналізу та узагальнення отриманої інформації.

Результати та обговорення. Біологічні ризики завжди виникають при роботі з біологічними об'єктами, це слід враховувати і знати джерела біологічної небезпеки та фактори, що підвищують біологічні ризики.

Основними джерелами біологічних загроз є збудники інфекційних захворювань; екопатогени, зрушення в екосистемах; макроеволюційні процеси у світі мікроорганізмів; аварії та диверсії на об'єктах, де проводяться роботи з патогенними мікроорганізмами; епідемії, епізоотії, природні резервуари особливо небезпечних мікроорганізмів; біологічний тероризм у всіх його проявах.

Усі ризики значно підвищуються за наявності низки факторів, зокрема соціально-економічна нестабільність та війни; масові міграції людей та тварин; продовольча залежність; відсутність контролю під час проведення наукових досліджень з об'єктами подвійного призначення; відсутність міждержавної та міжвідомчої взаємодії у питаннях біологічної безпеки; макро- та мікроеволюція світового нозоареалу інфекційних захворювань; емерджентність інфекцій; зміна природно-географічних комплексів; ускладнення екологічної ситуації та безперервне збільшення масштабів факторних захворювань; загроза біологічного тероризму. Нехтування цими факторами створює постійну загрозу виникнення та поширення X-захворювань; несанкціонованого використання знань та технологій подвійного призначення [1-4].

Широке застосування штучного інтелекту у різних галузях ще більше посилює проблему. Створює умови для різних гібридних форм та методів біологічного тероризму. Роль зоонозних патогенів збільшується з кожним днем: понад 60 % людських патогенів є зоонозами; 75 % захворювань, що виникають, є зоонозами; кожні 8 місяців з'являється нове інфекційне захворювання; 80 % агентів, які можуть бути використані для біотероризму, є зоонозними патогенами. Патогени, здатні викликати хворобу X, можуть бути зоонозами, наприклад, РНК-віруси з густонаселених районів. РНК-віруси можуть мутувати та реплікуватися, а також протистояти імунній системі. Теоретично патогенами X можуть бути віруси, бактерії, грибки, паразити або пріони (інфекційні агенти), але більшість дослідників ґрунтують свою теорію на вірусній природі нового захворювання.

Характеристики захворювання X: реплікація у цитоплазмі; мутація та мінливість; передача повітряно-краплинним шляхом; здатність реплікуватися у різних господарях (наприклад, у людей та тварин). Ще однією відмінністю нової інфекції є висока швидкість поширення. Вирішенням проблеми є широке впровадження концепції «Єдине здоров'я» у всьому світі: нарощування потенціалу у реалізації підходу «Єдине здоров'я» для зміцнення систем охорони здоров'я; інтеграція екологічних міркувань у підхід «Єдине здоров'я»; обмеження прихованої пандемії, підвищення стійкості до протимікробних препаратів (AMR) [1-3]

Зниження ризиків, пов'язаних з епідеміями і пандеміями зоонозних захворювань, що виникають і повторно спалахують; контроль та викорінення зоонозних, забутих тропічних та трансмісивних захворювань; зміцнення систем оцінки, управління та комунікації ризиків безпеки харчових продуктів; стрімкий прогрес у науках життя закладає основи сучасної медицини,

ветеринарії — для суспільства. Він дозволяє створювати нові біологічні агенти з унікальними та непередбачуваними властивостями. Сучасні дослідження та біотехнології можуть використовуватися одночасно як у корисних, так і небезпечних цілях. Важливою складовою боротьби з біоагентами має стати діяльність наукової спільноти — створення традицій соціальної відповідальності, розробка правил поведінки та механізмів контролю біологічних досліджень [5].

Ризик «подвійного призначення» знань та технологій може бути визначений за окремими критеріями: це здатність посилювати негативну дію біологічних агентів чи токсинів; підірвати імунітет чи ефективність імунізації; надавати біологічним агентам або токсинам властивості, що перешкоджають їх виявленню або роблять їх стійкими до профілактики чи терапії; посилювати стабільність, заразність чи поширення біологічних агентів чи токсинів; змінювати мішені чи тропізм біологічних агентів чи токсинів; підвищувати сприйнятливості мішеней до дії біологічних агентів; створювати нових патологічних агентів чи токсинів чи реконструювати вимерлих біологічних агентів. Шляхи зниження ризиків технологій подвійного призначення пов'язані з поширенням знань всіх рівнів суспільства з усіх аспектів біобезпеки; створенням та впровадженням системи (кодексу) правил поведінки вчених та спеціалістів для мінімізації ризиків передачі знань та технологій (подвійного призначення); розробкою механізмів державного контролю за результатами впровадження та використання сучасних технологій [6].

Ризики, пов'язані з використанням штучного інтелекту (ШІ), можуть бути знижені шляхом розробки комплексних програм та стандартів управління ризиками ШІ, що включають: методи інтерпретації ШІ; сучасні методи шифрування; методи швидкого виявлення вразливостей та несанкціонованого обміну інформацією; тестування ШІ із зовнішніми експертами; використання електронних водяних знаків для ідентифікації контенту, згенерованого ШІ [7].

Гібридні методи та підходи біологічного тероризму використовуються під час війни та військових конфліктів. Як протидію їм необхідно сформулювати позицію світової спільноти щодо неприпустимості використання таких методів під час війни та бойових дій; КБТО має запропонувати ефективні механізми, спрямовані на запобігання розробці та застосуванню біологічної зброї, а також запобігання гібридним формам біотероризму, який важко відрізнити від природних спалахів захворювань, але його наслідки можуть бути не менш небезпечними для людства.

В Україні проводиться наступна робота щодо зміцнення системи біологічної безпеки:

– Розроблено проект Закону України «Про біологічну безпеку та біозахист»; створено та функціонує Міжвідомча комісія з біобезпеки та біозахисту при РНБО; проводиться модернізація лабораторій та центрів для відповідності вимогам рівня біобезпеки BSL-2. Удосконалено систему фізичного захисту об'єктів, що зберігають колекції штамів мікроорганізмів [8–9].

– Реалізуються наукові проекти, спрямовані на виявлення та зниження біологічних загроз.

– Впроваджено електронні системи моніторингу переміщення збудників та випадків інфекційних захворювань; активна позиція та участь у роботі КБТО.

– Розроблено міжвідомчу дорожню картку з біобезпеки в рамках концепції «Єдине здоров'я». Розроблено програми навчання студентів та спеціалістів з біологічної безпеки.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Біологічні загрози та виклики набули глобального характеру, їх кількість та критичність постійно зростають.

Збільшення біологічних загроз диктує необхідність розробки досконаліших систем реагування та профілактики з урахуванням усіх існуючих викликів.

Міждержавне та міжсекторальне співробітництво на основі єдиної стратегії має велике значення у забезпеченні заходів щодо запобігання та реагування на біологічні загрози

Список літератури

1. Barns T. World Health Organisation fears new 'Disease X' could cause a global pandemic. *The Independent*. 11 March 2018. Archived from the original on 24 September 2022. Retrieved 20 March 2020.
2. Jiang S., Shi Z. L. The First Disease X is Caused by a Highly Transmissible Acute Respiratory Syndrome Coronavirus. *Virologica Sinica*. 2020. Vol. 35, No 3. P. 263–265. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12250-020-00206-5>.
3. Honigsbaum M. Disease X and other unknowns. *Lancet (London, England)*. 2019. Vol. 393. No 10180. P. 1496–1497. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30803-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30803-7).
4. Крушельницький О. Д., Огороднійчук І. В. Біологічні загрози та їх вплив на епідемічну ситуацію у збройних силах України. *Інфекційні хвороби*, 2020. № 4. С. 56–60. DOI: <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2020.4.11897>.

5. Chughtai A. A., Kodama C., Joshi R., Tayyab M., Paiman M. A., Abubakar A. Control of emerging and re-emerging zoonotic and vector-borne diseases in countries of the Eastern Mediterranean Region. *Front. Trop.* 2023. Vol. 4. P. 1240420. DOI: <https://doi.org/10.3389/fitd.2023.1240420>.
6. Regulation (EU) 2021/821 of the European Parliament and of the Council of 20 May 2021 setting up a Union regime for the control of exports, brokering, technical assistance, transit and transfer of dual-use items (recast). *Official Journal of the European Union*. 11.6.2021. No 206. P. 1–461. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/821/oj>.
7. Скіцько О., Складанний П., Ширшов Р., Гуменюк М., Ворохоб М. Загрози та ризики використання штучного інтелекту. *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*. 2023. Т. 2, № 22. С. 6–18. DOI: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.22.618>.
8. «Про біологічну безпеку та біологічний захист»: Проект Закону України. 2023. URL: <https://moz.gov.ua/uk/proekt-zakonu-ukraini-pro-biologichnu-bezpeku-ta-biologichnij-zahist#>
9. Напненко О. О., Головка А. М., Ареф'єв В. Л., Гордієнко О. І. Створення системи оцінювання ефективності діяльності колекцій штамів мікроорганізмів в Україні. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Біотехнологія та її роль в забезпеченні здоров'я людей та тварин»*. 2023. С. 169–170.

BIOLOGICAL SAFETY AND BIOSECURITY — THE BASIS FOR COUNTERING NEW BIOLOGICAL THREATS AND CHALLENGES

Golovko A. M.

State Scientific Control Institute of Biotechnology and Strains of Microorganisms, Kyiv, Ukraine

Напненко О. О.

PP “Ukrzoovetprompostach” Ltd, village Plakhtianka, Ukraine

Purpose of the study was analysis of the system of ensuring biosafety and biosecurity on a public scale from an enterprise, a country, and humanity as a whole; systems of response and elimination of biological threats. The method of system analysis and generalization of the obtained information was applied. Biological risks always arise when working with biological objects, this should always be taken into account and factors that increase biological risks should be known. Neglect of these factors creates a constant threat of the emergence and spread of X-diseases; and unauthorized use of dual-use knowledge and technologies. The widespread use of artificial intelligence in various fields further exacerbates the problem. Creates conditions for various hybrid forms and methods of biological terrorism. Characteristics of disease X: replication in the cytoplasm; mutation and variability; airborne transmission; the ability to replicate in different hosts (for example, in humans and animals). Another distinctive feature of the new infection is the high speed of spread. The solution to the problem is the widespread implementation of the “One Health” concept throughout the world. Building capacity in the implementation of the One Health approach to strengthen health systems; Integrating environmental considerations into the One Health approach; Limiting the silent pandemic, increasing antimicrobial resistance (AMR). Reducing the risks associated with epidemics and pandemics of emerging and re-emerging zoonotic diseases; Controlling and eradicating zoonotic, neglected tropical, and vector-borne diseases. Strengthening food safety risk assessment, management, and communication systems. Hybrid methods and approaches of biological terrorism are used during war and military conflicts. As a counteraction to them, it is necessary to form a position of the world community on the inadmissibility of using such methods during war and military actions; the BTWC must offer effective mechanisms aimed at preventing the development and use of biological weapons, as well as preventing hybrid forms of bioterrorism, which is difficult to distinguish from natural outbreaks of diseases, but its consequences can be no less dangerous for humanity. In Ukraine, the following work is being carried out to strengthen the biological safety system: a draft Law of Ukraine “On Biological Safety and Biological Protection” has been developed; an Interdepartmental Commission on Biosafety and Bioprotection under the National Security and Defense Council has been created and is functioning; Modernization of laboratories and centers to meet the requirements of the BSL-2 biosafety level. The system of physical protection of facilities that store collections of microorganism strains has been improved. Scientific projects aimed at identifying and reducing biological threats are being implemented. Electronic systems for monitoring the movement of pathogens and cases of infectious diseases have been introduced; Active position and participation in the work of the BTWC. An interdepartmental roadmap on biosafety has been developed within the framework of the “One Health” concept. Training programs for students and specialists in biological safety have been developed. Biological threats and challenges have become global, and their number and criticality are constantly growing. The increase in biological threats dictates the need to develop more advanced response and prevention systems, taking into account all existing challenges. Interstate and intersectoral cooperation based on a common strategy is of great importance in ensuring measures to prevent and respond to biological threats

Keywords: biosafety, biosecurity, threat, pathogens, risks