



ПЕТРЕНКО

Олександр Юрійович –
доктор біологічних наук,
директор Інституту проблем
кріобіології і кріомедицини
НАН України

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КРІОБІОЛОГІЇ І КРІОМЕДИЦИНИ

Стенограма доповіді на засіданні
Президії НАН України 14 грудня 2022 року

Доповідь присвячено отриманим в Інституті проблем кріобіології і кріомедицини НАН України результатам комплексних досліджень з вивчення механізмів кріоушкоджень, природної стійкості біологічних об'єктів до дії холоду, створення ефективних засобів штучного захисту біологічних систем різного рівня організації, розроблення на їхній основі новітніх технологій кріоконсервування біологічних об'єктів, створення кріобанків довгострокового збереження генофонду людей, тварин і рослин. Одним із важливих завдань Інституту є одержання і кріоконсервування стовбурових клітин та розроблення на їх основі тканинно-інженерних конструкцій з метою подальшого застосування в медичній практиці.

Шановний Анатолію Глібовичу!

Шановні присутні!

Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України нещодавно відзначив свій піввіковий ювілей. 25 лютого 1972 р. Постановою Президії АН УРСР від 25.02.1972 р. його було створено на базі двох лабораторій Фізико-технічного інституту низьких температур АН УРСР і проблемної науково-дослідної лабораторії низькотемпературного консервування кісткового мозку і крові Харківського інституту вдосконалення лікарів. Ініціаторами організації Інституту були президент АН УРСР академік Борис Євгенович Патон, тодішній директор Фізико-технічного інституту низьких температур академік АН УРСР Борис Ієремійович Веркін і член-кореспондент АН УРСР Микола Сидорович Пушкар, який і став першим директором новоствореної установи. Тоді у структурі Інституту було 6 наукових відділів, а в штаті налічувалося 4 доктори і 33 кандидати наук.

Кріобіологія вивчає вплив низьких температур на структурно-функціональні властивості біологічних систем різного рівня організації. Кріобіологічні підходи і методи застосовують практично в усіх галузях економіки.

На момент створення Інституту у світі вже були окремі кріобіологічні лабораторії, але вони спеціалізувалися на вирішенні окремих досить вузьких проблем. Унікальність нашої установи полягає в тому, що в ній «під одним дахом» зібрано і фізиків, і хіміків, і біологів, і медиків, і математиків, і інженерів, а тому Інститут проблем кріобіології і кріомедицини був і залишається єдиним науковим центром, який комплексно розробляє сучасні медико-біологічні кріотехнології.

Сьогодні кріобіологія стрімко розвивається у світі. В результаті численних досліджень стало зрозуміло, що в принципі можна досягти її основної мети — призупинення та відновлення за потреби метаболічних процесів у біологічних об'єктах, або, іншими словами, зворотної контрольованої зупинки біологічного часу. Однак вирішення цього завдання потребує глибокої інтеграції фундаментальних і прикладних досліджень з різних наукових дисциплін.

Інститут працює сьогодні за такими основними науковими напрямками.

Нові методи кріоконсервування. Цей напрям ґрунтується на вивченні механізмів кріоушкодження, розробленні нових кріопротекторів і режимів охолодження, напрацюванні нових підходів до попереднього оброблення матеріалів, визначенні біофізичних показників та математичному моделюванні процесів; створенні нових безпечних розчинів для консервування клітин та органів з метою їх подальшого застосування в медицині.

Стовбурові клітини та тканинна інженерія. Цей напрям охоплює біологію стовбурових клітин, клітинну терапію, тканинну інженерію, моделювання та доклінічні випробування, кріобанкінг. Ми працюємо над удосконаленням технологій отримання багатоклітинних об'єктів на основі стовбурових клітин, таких як сфероїди, органоїди, використовуючи для цього сфероїди клітин дермальної папіли, нейральних клітин, мезенхімальних стовбурових клітин, розробляємо методи їх кріоконсервування. Стовбурові клітини та їх похідні досліджують на широкому спектрі тваринних моделей. У галузі тканинної інженерії проводяться

роботи з вибору і виділення клітин з отриманих за допомогою біопсії зразків тканини пацієнта, розрощування цих клітин у культурі, заселення їх у тривимірний скафолд необхідної форми та розмірів, культивування та диференціювання стовбурових клітин у потрібному напрямі, трансплантації пацієнту. Слід зауважити, що джерело тканин і властивості скафолду мають ключовий вплив на успішність тканинної інженерії та регенеративної медицини.

Кріоконсервування репродуктивних клітин. Кріобіологічну школу в репродуктології заснував в Інституті у 1980-х роках академік НАН України Валентин Іванович Грищенко. Дослідження, які він проводив, привели до того, що 19 березня 1991 р. на світ з'явилася перша в Україні дитина, народжена після запліднення ооциту *in vitro*. Перша дитина, народжена після кріоконсервування ембріона, з'явилася на світ 25 серпня 2003 р. Отже, науковці Інституту вперше в Україні розробили і втілили у практику методику запліднення у людей із застосуванням репродуктивних клітин, які зберігалися в низькотемпературному банку. Результатом цих досліджень стали численні успішні штучні запліднення, поява тисяч нових життів. Сьогодні ми працюємо над удосконаленням технологій кріоконсервування гамет та ембріонів людини, а також технологій генетичного, фенотипного та ультраструктурного аналізів. Нашою найближчою метою є створення в Україні національного кріобанку репродуктивних клітин військових та представників інших небезпечних професій.

Збереження біорізноманіття. За цим напрямом ми займаємося кріоконсервуванням гамет та ембріонів різних типів тварин. Наш Кріобанк цінних порід риб є найстарішим у Європі. Загальна кількість зразків генетичного матеріалу, які зберігаються в ньому, становить 17 тис., вони зібрані від понад 30 видів риб. Деякі зразки зберігаються з 1986 р. Є у нас також кріобанки для збереження насіння рослин, занесених до Червоної книги України, та зразків цінних, рідкісних і зникаючих порід тварин.

У 2014 р. в Інституті було створено лабораторію фітокріобіології, діяльність якої зосе-

реджена на розробленні способів отримання оздоровленого насінневого та посадкового матеріалу овочевих культур, а також на створенні технологій кріоконсервування промислових штамів мікроорганізмів, мікроводоростей та ціанобактерій.

У 2002 р. низькотемпературний банк біологічних об'єктів Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України набув статусу національного надбаня України. Сьогодні в низькотемпературному банку зберігаються біологічні зразки різних видів і рівнів організації — фракції крові, клітини пуповинної крові, тканини та суспензії клітин тваринного походження; генетичні ресурси рослинного походження; мікроорганізми та ін.

Гіпотермічне зберігання органів. Розроблено сахарозовмісний розчин для гіпотермічного зберігання органів, який в експериментах показав ефективність на рівні «золотого стандарту» трансплантології — розчину UW. Згодом ми модифікували цей розчин додаванням біорегуляторів та агентів, що діють на мітохондрії.

Актуальним на сьогодні є розроблення методів зберігання органів у переохолодженому стані за субнульових температур. Зниження температури нижче нуля без утворення кристалів льоду дозволяє суттєво подовжити термін зберігання органу, який зростає з кожним наступним градусом.

Кріомедицина. За цим напрямом ми розробляємо кріохірургічну апаратуру, беремо участь в експериментальній кріохірургії з кріоденервації шлунка, судинного протезування, стентування, пластики дефектів стінки сечового міхура тощо. Крім того, в Інституті виконуються роботи зі створення кріотехнологій для виготовлення ксенографтів.

Велику увагу ми приділяємо також дослідженням з вивчення дії ритмічних екстремальних холодових впливів. Розроблено унікальну методіку ритмічного екстремального охолодження лабораторних тварин і показано, що дія ритмічних екстремальних холодових впливів стає більш ефективною в разі поєднання її з введенням кріоконсервованих клітин пуповинної крові.

Діяльність у полярних умовах. У 2016 р. було укладено Угоду про науково-технічне співробітництво між Інститутом проблем кріобіології і кріомедицини НАН України і Національним антарктичним науковим центром МОН України, в рамках якої наші співробітники брали участь у зимівлях на антарктичній станції «Академік Вернадський» та в двох антарктичних експедиціях. За матеріалами цих досліджень опубліковано 36 наукових статей.

Отже, до пріоритетних напрямів фундаментальних та прикладних наукових досліджень Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України з актуальних питань кріобіології та кріомедицини належать роботи з вивчення механізмів кріоушкоджень, природної стійкості біологічних об'єктів до дії холоду та створення ефективних засобів штучного захисту біологічних систем різного рівня організації, розроблення на їх основі новітніх технологій кріоконсервування біологічних об'єктів, створення кріобанків довгострокового збереження генофонду людей, тварин і рослин. Одним із важливих завдань є одержання і кріоконсервування стовбурових клітин та розроблених на їхній основі тканинно-інженерних конструкцій з метою подальшого застосування в медичній практиці.

Для підвищення стійкості сільськогосподарських культур до дії екстремальних природних факторів (морозів, посух, інфекцій) створено та запатентовано комплексні агрохімічні препарати на основі кріопротекторів «Дорсай», «Юпітер», «Кріагр». Проведено випробування їхньої ефективності та одержано дозвіл на мале промислове виробництво.

Роботи з використання сучасних кріотехнологій неодноразово було підтримано в рамках наукових програм НАН України, а також проєктів МОН України. У 2021 р. запропонований нашим Інститутом проєкт отримав грантову підтримку Національного фонду досліджень України.

Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України проводить активну роботу щодо інтеграції до європейського наукового простору. Особливу роль у цій діяльності ві-

діграє кафедра ЮНЕСКО з кріобіології, професорами якої є провідні фахівці з України, Великої Британії, США, Японії, Іспанії та ін. Пріоритетним завданням, яким опікується ця кафедра, є підготовка висококваліфікованих наукових кадрів та їх подальша інтеграція до світової наукової спільноти. Під егідою кафедри ЮНЕСКО щороку відбуваються міжнародні конференції молодих вчених «Холод в біології і медицині».

Інститут успішно співпрацює з провідними вченими Великої Британії, Німеччини, Іспанії, Чехії, Словаччини, Болгарії, Бельгії, Нідерландів, Ізраїлю. Результати цих спільних досліджень оприлюднюються у провідних міжнародних наукових журналах, вийшло друком кілька монографій.

Роботи науковців Інституту відзначено п'ятьма Державними преміями України в галузі науки і техніки та премією імені Д.Ф. Чеботарьова НАН України. Співробітники Інституту підготували понад 80 монографій, значну частину яких видано за кордоном; одержали 367 авторських свідоцтв та патентів України,

а також 18 закордонних патентів на винахід. Інститут неодноразово ставав переможцем у Всеукраїнському конкурсі «Винахід року», а його співробітників визнавали найкращими винахідниками року в Академії.

Подальший розвиток досліджень у галузі кріобіології і кріомедицини та впровадження отриманих результатів мають важливе значення для медицини, ветеринарії, агрокомплексу та рибного господарства, харчової і мікробіологічної промисловості, фармації та косметології. Проте й досі залишаються невирішеними проблеми, пов'язані з виробленням стратегії використання технологій кріоконсервування репродуктивних клітин та ембріонів людини в біології і медицині. Для цього необхідне удосконалення законодавчої бази з питань отримання та роботи з такими біооб'єктами. І ще раз наголошу — вкрай важливим є створення в Україні банку репродуктивних клітин осіб, що за професією належать до груп ризику.

Дякую за увагу!

За матеріалами засідання підготувала О.О. Мележик

Alexander Yu. Petrenko

Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9554-8639>

THE CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF CRYOBIOLOGY AND CRYOMEDICINE

Transcript of scientific report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, December 14, 2022

The report is dedicated to the obtained at the Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the NAS of Ukraine results of comprehensive research on cryodamage mechanisms, the natural resistance of biological objects to the action of cold, the creation of effective means for artificial protection of biological systems of various levels of organization, and the development on this basis of novel technologies for cryopreservation of biological objects, creation of cryobanks for long-term preservation of human, animal and plant gene pools. One of the Institute's important tasks is obtaining and cryopreservation of stem cells and tissue engineering structures developed on their basis for further use in medical practice.

Cite this article: Petrenko A.Yu. The current state and prospects for the development of cryobiology and cryomedicine. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2023. (2): 75–78. <https://doi.org/10.15407/visn2023.02.075>