

УДК 636.082:606:001.8Троцький  
DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.63.16>

## НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ КАНДИДАТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ НАУК ПЕТРА АНАТОЛІЙОВИЧА ТРОЦЬКОГО (до 55-річчя від дня народження)

**О. В. ЩЕРБАК, С. І. КОВТУН**

*Інститут розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН (Чубинське, Україна)*  
<https://orcid.org/0000-0001-6400-8990> – О. В. Щербак  
<https://orcid.org/0000-0002-5492-882X> – С. І. Ковтун  
[ov19792006@gmail.com](mailto:ov19792006@gmail.com)

*Мета статті – висвітлити науковий доробок біотехнолога в галузі тваринництва, кандидата сільськогосподарських наук П. А. Троцького та його внесок у розвиток досліджень з біотехнології, збереження генофонду сільськогосподарських тварин. Методи дослідження – загальнонаукові (аналіз, бібліографічний), ретроспективний та джерелознавчий.*

*Наукова новизна статті полягає у викладенні результатів наукових праць П. А. Троцького, які сприяють вирішенню проблеми збереження ресурсів тваринництва та удосконаленню методів довготривалого збереження генетичного матеріалу. Серед них: розробка нових біотехнологічних методів кріоконсервації гамет сільськогосподарських тварин для реалізації завдань методології функціонування Банку генетичних ресурсів тварин на клітинному рівні із застосуванням методів ембріологічної генетики; використання деконсервованих ооцитів для раціонального використання генетичного потенціалу високопродуктивних і племінних самиць та отримання від них більшої кількості потомства.*

*Дослідник брав безпосередню участь у розробці методологічних аспектів збереження генофонду сільськогосподарських тварин, які містять опис основних етапів з одержання ембріонів сільськогосподарських тварин *in vivo* та *in vitro*, їх якісної оцінки та процедури кріоконсервації.*

*Результати наукових розробок П. А. Троцького враховані при підготовці «Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві» (2005 р.) та «Методологічних аспектів збереження генофонду сільськогосподарських тварин» (2007), «Програми збереження генофонду основних видів сільськогосподарських тварин в Україні на період до 2015 року» (2009). За участі вченого створено у Банку генетичних ресурсів тварин кріоколекцію із 44 яйцеклітин миргородської породи, що необхідно для прискореного відновлення та збереження локальних порід свиней України.*

**Ключові слова:** ооцит-кумулясний комплекс, кріоконсервація, деконсервація, дозрівання *in vitro*, ембріон, порода, банк генетичних ресурсів тварин, генофонд

## SCIENTIFIC ACTIVITY OF TROTSKYI PETRO ANATOLIYOVYCH – THE MASTER OF AGRICULTURE (to the 55th anniversary of the birth)

**O. V. Shcherbak, S. I. Kovtun**

*Institute Animal Breeding and Genetics named after M.V.Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)*

*The purpose of the article is to highlight the scientific achievements of P. A. Trotskyi, the Master of Agriculture, the biotechnologist in the field of animal husbandry, and his contribution to the development of research in biotechnology, the preservation of the gene pool of agricultural animals. Research methods are general scientific (analysis, bibliographic), retrospective and source studies.*

*The scientific novelty of the article lies in the presentation of the results of P. A. Trotskyi's scientific works, which contribute to solving the problem of preserving animal husbandry resources and improving methods of long-term preservation of genetic material. Among them: the development of new biotechnological methods of cryopreservation of gametes of farm animals to implement the objectives of the methodology of the Bank of Animal Genetic Resources at the cellular level using embryological genetics methods; the use of deconserved oocytes for the rational use of the genetic potential of highly productive and breeding females and obtaining more offspring from them.*

*The researcher was directly involved in the development of methodological aspects of the preservation of the gene pool of farm animals, which include a description of the main stages of obtaining embryos of farm animals in vivo and in vitro, their quality assessment and cryopreservation procedures. One of the main ways of implementing industry-wide programs to preserve and maintain the diversity and specificity of gene pool objects is the functioning of the Bank of Animal Genetic Resources. Together with his colleagues, the scientist defined its role in programs of cryopreservation of genetic resources, described the main requirements for the physical structure of the bank, its tasks and functions in the system of preservation, reproduction and selection of agricultural animals.*

*The results of P. A. Trotskyi's scientific developments were taken into account in the preparation of "Methods of scientific research on breeding, genetics and biotechnology in animal husbandry" (2005) and "Program for the preservation of the gene pool of the main species of agricultural animals in Ukraine for the period until 2015" (2009). With the participation of the scientist, a cryocollection of 44 eggs of the Myrhorod breed was created in the Bank of Animal Genetic Resources, which is necessary for the accelerated recovery and preservation of local pig breeds of Ukraine. Based on the functioning of the Bank, the methodology of cryopreservation of genetic resources of agricultural animals will be implemented, including as "virtual gene pool cryoherds".*

**Keywords: oocyte-cumulus complex, cryopreservation, deconservation, maturation in vitro, embryo, breed, bank of animal genetic resources, gene pool**

**Вступ.** Новим етапом науково-технічної революції в селекції та розведенні тварин більшості країн світу стало практичне впровадження методу тривалого зберігання сперми плідників сільськогосподарських тварин в глибокозамороженому стані (1947 р.). Було встановлено, що сперматозоїди здатні зберігати біологічну повноцінність, що кардинально змінило теоретичні основи та власне технологію організації селекційно-племінної роботи. Такі підходи стали засадою впровадження великомасштабної селекції. Згодом досягнення в галузі біології розмноження сільськогосподарських тварин за широкого застосування біотехнологічних методів значно розширили можливості регулювання відтворювальної функції тварин, а саме зберігання та практичне використання репродуктивних клітин самиць та ембріонів з урахуванням потреб народного господарства. Вітчизняними вченими було удосконалено та впроваджено у виробництво метод трансплантації ембріонів великої рогатої худоби. Для інтенсифікації методу трансплантації ембріонів необхідно розвивати методи культивування та запліднення *in vitro* та тривалого зберігання гамет самиць. Застосування методу кріозберігання ооцитів сільськогосподарських тварин, особливо великої рогатої худоби, значно знижує витрати на отримання ембріонів та сприяє актуалізації досліджень з біотехнології репродукції.

В пошуках способів зменшення кріопшкодження ооцит-кумулясних комплексів корів використовуються різні методичні прийоми, які безпосередньо впливають на кріорезистентність гамет, зокрема враховуються швидкість заморожування, склад кріозахисного середовища, стадії мейотичного дозрівання ооцитів, тощо. Дослідження проблеми кріопшкодження

та кріозахисту репродуктивних клітин та ембріонів наразі спрямовані на спрощення відповідної техніки, скорочення часу заморожування та розморожування біооб'єктів.

**Мета дослідження** – на основі аналізу основних наукових праць П. А. Троцького показати їх теоретичне значення, ступінь використання у розвитку та удосконаленні методів біотехнології репродукції, тиражуванні генотипів тварин, зокрема розвитку дієвих підходів до тривалого зберігання в рідкому азоті та збереженні вітчизняних порід сільськогосподарських тварин, які є складовою наукових досліджень інституту.

**Матеріали та методи дослідження.** Матеріалом досліджень є основні наукові праці П. А. Троцького за період 1996 по 2022 роки. Методи дослідження – загальнонаукові (аналіз, синтез), порівняльний, бібліографічний.

**Результати дослідження.** Троцький Петро Анатолійович свої початкові результати наукових досліджень із застосування різних концентрацій вітрифікаційного розчину при заморожуванні ооцитів корів представив у збірнику наукових праць “Вісник Білоцерківського державного аграрного університету” [1, 2]. Подальші наукові дослідження Петро Анатолійович спрямував на оцінку розвитку деконсервованих ооцит-кумулясних комплексів корів [3, 4, 5] під час дозрівання їх поза організмом таких залежно від клітин кумулюсу, що їх оточують. Показано, що попереднє культивування ооцит-кумулясних комплексів корів перед заморожуванням за умов використання 10-ти і 20-ти клітин у 200 мкл культурального середовища підвищує кріорезистентність гамет, що проявляється у збільшенні на 4,6–22,4% після розморожування кількості життєздатних і дозрілих до метафази-2 мейозу гамет, порівняно з іншими дослідними варіантами співвідношення кількості гамет корів і мікрооб'єму культурального середовища. Також доведено, що найбільш перспективними для заморожування є ооцити корів з щільним багат шаровим кумулюсом [6, 7, 8, 9].

Науковцем встановлено ефективність різних способів виведення кріопротекторів після розморожування ооцит-кумулясних комплексів корів. Показники рівня дозрівання поза організмом деконсервованих гамет корів до метафази-2 мейозу та хромосомних порушень прокультивованих клітин свідчать про перевагу ступеневого способу виведення кріопротекторів, порівняно з варіантами одноступеневого способу (із застосуванням 1,0 М; 0,75 М; 0,5 М сахарози) [10].

Наступні свої дослідження Петро Анатолійович спрямував на застосування різних концентрацій кріопротекторів у еквілібраційному розчині під час кріоконсервації ооцит-кумулясних комплексів корів [11]. Встановлено, що застосування 25%-го етиленгліколю з 5% пропандіолу або 5% гліцерину в еквілібраційному розчині за заморожування ооцит-кумулясних комплексів корів відповідно на 16,9 і 16,1% збільшує ( $P < 0,01$ ) кількість деконсервованих клітин, дозрілих до метафази-2 мейозу [12].

Одним із завдань кріобіологічної науки є збереженість життєздатності ооцитів після процедури заморожування-розморожування. Відомо, що на життєздатність ооцитів після розморожування впливає стадія мейотичного дозрівання та швидкість заморожування. У порівняльному аспекті при заморожуванні ооцитів корови у широкому діапазоні швидкостей теплообміну встановлено, що максимальній рівень збереженості (11,4% та 14,0%) з розвитком до 16-клітинних ембріонів отримано за використання повільної перемінної та надвисокої швидкостей охолодження-відтаювання, відповідно. Встановлено, що скорочення часу попередньої витримки в еквіліруючому розчині кріопротектора при використанні високих швидкостей теплообміну не знижує рівень збереженості деконсервованих ооцитів корови. Тому вважаємо, що виключення попередньої еквілібрації як технологічного етапу з повного циклу заморожування-відтаювання підвищить технологічність процесу кріоконсервації ооцитів корови. Під час заморожування ооцитів корів з надвисокими швидкостями теплообміну визначено оптимальну концентрацію вітрифікуючого розчину, яка становить 53% (етиленгліколю та сахарози), що дає можливість отримувати збереженість  $14,0 \pm 4,9\%$  ( $n = 7/50$ ) 16-клітинних ембріонів [13, 14].

Для впровадження методу кріоконсервації репродуктивного матеріалу корів необхідно виявити оптимальні поєднання різних вітрифікаційних розчинів під час заморожування гамет корів. Встановлено оптимальну концентрацію (50%) гліцерину і пропандіолу у загальному об'ємі вітрифікаційного розчину, що забезпечує дозрівання поза організмом 52,1% деконсервованих ооцитів корів до метафази-2 мейозу [15].

Створення генетичних банків є важливою ланкою у збереженні зникаючих генетично цінних тварин від яких зажиттєво неможливо одержати біологічний матеріал. Застосування для кріоконсервації гамет корів вітрифікаційного розчину, який складається з 40% етиленгліколю, 0,5 М сахарози і 18% фіколу збільшує показник дозрівання поза організмом деконсервованих ооцитів корів до метафази-2 мейозу на 7,5–16,1%, та зменшує кількість клітин з хромосомними порушеннями на 4,1–14,7% [16].

Досягнуто певних успіхів з проблеми дозрівання, запліднення і подальшого культивування *in vitro* як нативних, так і деконсервованих гамет, отриманих з антральних фолікулів яєчників корів, що дозволяє отримувати значно більшу кількість необхідного біологічного матеріалу на різних стадіях їх розвитку від тварин з високим генетичним потенціалом як для наукових, так і для практичних цілей. Використання моношарів клітин гранульози та кумулюсу на відміну від застосування їх кондиційованих середовищ більш ефективно для подальшого розвитку в умовах *in vitro* зигот великої рогатої худоби, отриманих з деконсервованих ооцитів корів та сприяє збільшенню одержання зародків як ранніх так і доімплантаційних (морула та бластоциста) стадій їх розвитку відповідно на 10,4–12,5% та 2,5–3,3% [17].

Використання генетико-біотехнологічних методів оцінки функціонального стану ооцитів корів і свиней *in vitro* спрямовані на комплексну оцінку кількісних та якісних показників стану хромосом та рівня хромосомних аберацій в мейозі під час культивування. Використання для оцінки якості деконсервованих і прокультивованих *in vitro* ооцитів корів цитогенетичного аналізу дозволяє встановити, що 63,4% з них після розморожування і культивування поза організмом досягали метафази-2 мейозу, а 23,2% мали хромосомні порушення. Проведений порівняльний цитогенетичний аналіз ооцитів свиней за різних термінів культивування виявив, що подовження терміну культивування до 46 годин дозволило одержати більшу кількість ооцитів на стадії метафази II, порівняно з 18 та 32 годинами (60,4% проти 8,8% та 10,7%, відповідно) [18].

Показано, що на рівень життєздатності деконсервованих гамет має вплив не тільки технологія глибокого заморожування і розморожування, а й якість і стадія розвитку гамет перед кріоконсервацією. Наведені результати досліджень показують, що нагромаджений досвід кріобіологічних досліджень із надшвидкого заморожування дає можливість удосконалювати методи заморожування і розморожування, які забезпечують життєздатність гамет корів і свинок без використання дорогої кріобіологічної техніки (рис. 1) [19, 20, 21].

Петро Анатолійович переважну кількість своїх досліджень спрямовував на оцінку життєздатності деконсервованих ооцит-кумулясних комплексів корів кріоконсервованих надшвидким методом. Проводив культивування *in vitro* гамет корів, що були кріоконсервовані при використанні різних концентрацій етиленгліколю і пропандіолу з наступним їх заплідненням та морфологічний і цитогенетичний аналізи яйцеклітин і отриманих *in vitro* ембріонів. Ним встановлено, що життєздатність деконсервованих гамет корів заморожених надшвидким методом залежить від концентрації етиленгліколю і пропандіолу у еквілібраційному і вітрифікаційному розчинах. Також показано, що використання для кріоконсервування ооцит-кумулясних комплексів корів 25% етиленгліколю і 5% пропандіолу у еквілібраційному розчині та 10% етиленгліколю і 40% пропандіолу у вітрифікаційному розчині сприяє збільшенню на 7,4% кількості отриманих зародків після запліднення *in vitro* деконсервованих гамет [22, 23].



Рис. 1. Кріоконсервування ооцит-кумулясних комплексів корів.  
Занурення пайет з гаметами у рідкий азот

З 2011 року Петро Анатолійович починає дослідження із застосування наноматеріалів на основі високодисперсного кремнезему для стабілізації клітинної поверхні репродуктивних гамет, а саме дослідження щодо удосконалення технології формування *in vitro* ембріонів із деконсервованих гамет із використанням наноматеріалів. Розроблено елементи біотехнологічної моделі застосування наноматеріалів у технології формування *in vitro* ембріонів свиней. Доведено, що додавання високодисперсного кремнезему (ВДК  $t$  200°C) за концентрації 0,001% сприяє отриманню більшої кількості ембріонів, розвинутих *in vitro* до стадії ранньої морули. Для стабільного та результативного рівня одержання та розвитку *in vitro* ембріонів свиней можна успішно застосовувати ВДК у складі середовища для культивування зародків поза організмом, оскільки кремнезем, контактуючи із біологічними системами на різних етапах природних процесів, бере пряму участь у життєвих процесах. Встановлено, що рівень формування *in vitro* ембріонів свиней за використання 0,001%-ї концентрації наноматеріалу у середовищі їх культивування становить 40,2%, а рівень розвитку ембріонів в групі з доданим нанокомпозитом – 27,5% [24].

П. А. Троцьким разом з колегами розпочато дослідження із оцінки життєздатності деконсервованих ооцит-кумулясних комплексів свинок породи велика біла та ландрас за використанням сучасних біотехнологічних методів. Проведено порівняльний аналіз запліднювальної здатності деконсервованих гамет свинок обох порід та морфологічна і цитогенетична оцінка отриманих *in vitro* ембріонів свиней. Ними встановлено, що запліднення деконсервованих яйцеклітин свинок породи велика біла нативною спермою кнурів породи ландрас призводить до зменшення на 12,3% кількості отриманих зародків, порівняно із заплідненням гамет свинок породи ландрас. Визначено динаміку формування *in vitro* ембріонів свиней порід велика біла та ландрас, які отримані з деконсервованих яйцеклітин після запліднення спермою кнурів породи ландрас [25, 26, 27].

Результати наукових розробок Троцького П. А. були складовою реалізації завдань «Програми збереження генофонду основних видів сільськогосподарських тварин в Україні на період до 2015 року» та Національного проекту Міністерства аграрної політики та продовольства України «Відроджене скотарство». Доведено, що використання ВДК 200°C в 0,001%-й концентрації у складі середовища для *in vitro* культивування призводить до збільшення на 11,1% кількості отриманих зародків свиней з деконсервованих ооцитів та забезпечує більш ефекти-

вне формування і розвиток ембріонів поза організмом. Отримані результати вказують на доцільність більш глибокого з'ясування біологічних процесів, враховуючи склад культуральних середовищ при формуванні ембріонів *in vitro* з деконсервованих яйцеклітин [28].

Показано, що кріорезистентність ооцит-кумулюсних комплексів свинок залежить від породних особливостей гамет зберігати здатність до подальшого розвитку після деконсервації. Використання для заморожування ооциткумулюсних комплексів свинок породи ландрас, порівняно з гаметами свинок породи велика біла, сприяє збільшенню на 9,2% кількості отриманих зародків свиней після запліднення *in vitro* деконсервованих і дозрілих яйцеклітин [29, 30, 31].

Для збереження та раціонального використання племінних (генетичних) ресурсів у свинарстві необхідно створювати кріобанки гамет для довгострокового зберігання з метою подальшої реалізації їх для відтворення. Тому дослідження з вивчення кріорезистентних особливостей ооцит-кумулюсних комплексів свинок породи ландрас на життєздатність деконсервованих гамет і подальший розвиток ембріонів *in vitro* є актуальними та своєчасними. Проведено дослідження з вивчення впливу індивідуальних особливостей ооцит-кумулюсних комплексів свинок під час заморожування з наступним їх заплідненням та морфологічний і цитогенетичний аналізи отриманих *in vitro* ембріонів. Встановлено, що у 22,2% випадках спостерігається наявність взаємозв'язку кріорезистентності ооцит-кумулюсних комплексів свинок між дослідною та контрольною групами за таких показників як кількість отриманих зародків [32].

Наукові дослідження Петра Анатолійовича з біотехнології відтворення були спрямовані на прискорений розвиток породоутворювального процесу через ефективне використання кращого світового генофонду, вітчизняних порід та збереження генофонду локальних порід худоби, які були поставлені перед аграрною наукою. Впровадження методу кріоконсервації ооцит-кумулюсних комплексів удосконалювалось шляхом добору оптимальних еквілібраційних та вітрифікаційних розчинів, ступенем її розбавлення та встановлення зв'язку між якісними показниками деконсервованих гамет та здатністю після запліднення до подальшого розвитку. Досліджено ефективність використання різних біологічно активних речовин у еквілібраційному та вітрифікаційному розчинах під час заморожування ооцит-кумулюсних комплексів корів. Встановлено, що застосування сироватки крові корів у еквілібраційному розчині при кріоконсервації ооцит-кумулюсних комплексів корів підвищує кріорезистентність ооцитів корів до дії низьких температур, що дозволяє отримувати на 7,5–23,0% більше гамет на метафазі-2 мейозу. Аналіз проведених досліджень засвідчив перевагу використання сироватки крові корів під час кріоконсервації ооцит-кумулюсних комплексів корів, що призводить до збільшення на 11,5% зародків великої рогатої худоби після розморожування, дозрівання і запліднення *in vitro* [33, 34].

Петром Анатолійовичем спільно з колегами, а саме Оксаною Василівною Щербак, Азою Богданівною Зюзюн, Світланою Іванівною Ковтун (Інститут розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН) та Наталією Павлівною Галаган (Інститут хімії поверхні імені О. О. Чуйка НАН України), шляхом проведення тривалих досліджень, були визначені дієві концентрації наноматеріалів на основі ВДК для підвищення результативності маніпуляцій з репродуктивним матеріалом тварин. Закріплення на поверхні ВДК деяких вуглеводів або білка уможливило одержати наноматеріали, які під час додавання їх до стандартних кріосередовищ сприяли зростанню виживаності розморожених сперматозоїдів бугаїв. Дослідження щодо взаємодії репродуктивних клітин з наночастинками ВДК є продовженням зазначених експериментів, які стосуються технології не тільки кріоконсервації гамет, але й одержання ембріонів свиней *in vitro*. Встановлено, що рівень формування *in vitro* ембріонів свиней досягає 37,5% в результаті додавання 0,001% ВДК до середовища культивування ембріонів. Загальний час виживаності розморожених еякульованих сперматозоїдів кнурів після додавання 0,001% ВДК подовжено до 5,5 годин. Показано перспективність використання ВДК для удосконалення середовищ культивування гамет та ембріонів *in vitro* [35, 36].

Троцьким П. А. з колегами вивчено вплив наноматеріалу ВДК/сахароза на ефективність мейотичного дозрівання ооцитів корів *in vitro*. Нативні та деконсервовані ооцит-кумулясні комплекси корів розділяли на чотири групи: три дослідні, в яких культивування проводили в середовищі, що містило 0,1, 0,01 та 0,001% наноматеріалу ВДК/сахароза та контрольну – без додавання наноматеріалу. Встановлено, що найбільш дієвою для підвищення рівня дозрівання є додавання 0,001% концентрації ВДК/сахароза, що забезпечує отримання 76,8% ооцитів, які досягли стадії метафази II мейозу. Додавання в середовище для культивування деконсервованих гамет корів ВДК/сахарози (0,001%) та подальше запліднення *in vitro* попередньо дозрілих поза організмом деконсервованих яйцеклітин корів сприяє збільшенню кількості отриманих ембріонів до 33,3% [37].

Науковцем проведено порівняльний аналіз впливу різних еквілібраційних розчинів на життєздатність деконсервованих ооцит-кумулясних комплексів свинок і подальший розвиток ембріонів *in vitro*. Для заморожування використовував ооцити з гомогенною тонкозернистою ооплазмою, неушкодженою прозорою оболонкою, щільним або частково розпушеним кумулюсом. На першому етапі комплекси витримували упродовж 10 хв. у різних варіантах еквілібраційного розчину: варіант А – 10% DMSO + 10% гліцерин (G) + 10% пропандіол (PD), варіант Б – 10% G + 20% PD, варіант В – 30% PD. Потім ооцит-кумулясні комплекси переносили у вітрифікаційний розчин (25% G + 25% PD) і фасували у пайети, які заморожували прямим зануренням в азот. Ефективність кріоконсервації визначали за коефіцієнтом та індексом дроблення ембріонів. Встановлено, що тип та концентрація кріопротекторів у еквілібраційному розчині обумовлюють неоднаковий рівень збереження гамет за кріоконсервації. Коефіцієнт дроблення ембріонів показав незначні коливання. Індекс дроблення ембріонів у різних групах коливався по різному. За варіанта А він становив від 0,0 до 100,0%. Серед дослідних груп найбільш стабільний індекс дроблення був при варіанті Б – від 52,9 до 88,9%. За результатами досліджень доведено наявність взаємозв'язку між вмістом кріопротекторів у еквілібраційному розчині та життєздатністю деконсервованих ооцит-кумулясних комплексів свинок, зокрема з такими показниками, як кількість отриманих зародків, коефіцієнт та індекс дроблення ембріонів. Використання для заморожування ооцит-кумулясних комплексів свинок двокомпонентного еквілібраційного розчину сприяло не тільки збільшенню загальної кількості ембріонів, але й частки зародків на більш просунутих стадіях розвитку [38, 39].

У тісній науковій співпраці з кандидатом біологічних наук Н. П. Галан та співробітниками лабораторії відтворення ІРГТ ім. М.В.Зубця НААН у 2016 році були розроблені «Методичні рекомендації з кріоконсервації сперматозоїдів та ооцитів сільськогосподарських тварин і формування ембріонів *in vitro*» та «Методичні рекомендації з оптимізації нанобіоматеріалом на основі високодисперсного кремнезему та рафінози середовищ для культивування *in vitro* гамет та ембріонів свиней» (2018).

Троцьким П. А. з колегами вивчено вплив використання різних концентрацій етиленгліколю і гліцерину в еквілібраційному та вітрифікаційному розчинах на життєздатність та подальший розвиток деконсервованих ооцит-кумулясних комплексів корів, що були кріоконсервовані методом вітрифікації; на результативність запліднення отриманих з них дозрілих ооцитів; на утворення ембріонів. Проведено порівняльний аналіз використання різних концентрацій етиленгліколю і гліцерину в еквілібраційному та вітрифікаційному розчинах під час кріоконсервації ооцит-кумулясних комплексів корів виявив взаємозв'язок між рівнем концентрації цих кріопротекторів та кількістю отриманих зародків після запліднення *in vitro* одержаних із дозрілих гамет. Встановлено, що використання 25% етиленгліколю і 5% гліцерину в еквілібраційному та 10% етиленгліколю і 40% гліцерину у вітрифікаційному розчинах забезпечує меншу токсичність цих розчинів та сприяє більш ефективному до 14,3% формуванню та розвитку ембріонів поза організмом після запліднення *in vitro* дозрілих гамет [40].

Оцінено ефективність застосування наноматеріалу в середовищі для подальшого розвитку *in vitro* ембріонів великої рогатої худоби. Ембріони були отримані з деконсервованих оо-

цитів, які є складовими біоматеріалу в системі збереження генетичних ресурсів тварин на клітинному рівні. Ооцит-кумулясні комплекси корів розділяли на чотири групи: три дослідні, в яких культивування проводили в середовищі, що містило 0,1, 0,01 та 0,001% ВДК/сахарози та контрольну – без додавання нанобіоматеріалу. В разі запліднення *in vitro* попередньо дозрілих поза організмом деконсервованих яйцеклітин корів та подальшого культивування ембріонів у середовищі з додаванням 0,001% наноматеріалу, синтезованого на основі високодисперсного кремнезему і сахарози (ВДК/сахароза), одержано більшу кількість сформованих ембріонів (34,6%), порівняно з додаванням 0,1% (12,5%), 0,01% (17,9%) та з контрольною групою (21,5%). Встановлено, що коефіцієнт дроблення 2-клітинних ембріонів зменшувався від 65,0% до 39,8% із зменшенням концентрації ВДК/сахароза від 0,1 до 0,001%. Найбільш стабільні показники індексу дроблення від 78,4 до 50,0% спостерігали на четверту добу культивування ембріонів у дослідній групі з 0,001% ВДК/сахароза. Зменшення концентрації ВДК/сахароза з 0,1% до 0,01% у складі середовища для *in vitro* культивування ембріонів призводить до збільшення відповідно на 22,1% і 16,7% кількості отриманих зародків порівняно з 0,001% (34,6% роздроблених ембріонів) [41].

Результати наукових розробок П. А. Троцького враховані при підготовці «Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві» (2005 р.) та «Методологічні аспекти збереження генофонду сільськогосподарських тварин» (2007), «Програма збереження генофонду основних видів сільськогосподарських тварин в Україні на період до 2015 року» (2009). За участі вченого створено у Банку генетичних ресурсів тварин кріоколекцію із 44 яйцеклітин миргородської породи для відновлення та збереження локальних порід свиней України.

Розроблено патенти на корисну модель: «Спосіб відбору та кріоконсервації сперми кнурів місцевих порід» (рис. 2А) та «Спосіб отримання і збереження ооцитів корів в умовах мобільної мінілабораторії» (рис. 2Б) за співавторства Петра Анатолійовича Троцького.



Рис. 2. Патенти на корисну модель

Петрович Анатолійович є автором ряду оригінальних наукових праць з питань практичного застосування біотехнологічних методів збереження та раціонального використання генетичного потенціалу самиць сільськогосподарських тварин на клітинному рівні із застосуванням методів ембріологічної генетики. Серед них: «Рекомендації з кріоконсервування ооцит-



кумулятивних комплексів корів» (2010); «Історія Інституту розведення і генетики тварин у подіях, фактах, біографіях учених» (2012); «Селекційні, генетичні та біотехнологічні методи удосконалення і збереження генофонду порід сільськогосподарських тварин» (2018); «Методичні рекомендації з отримання ооцитів та формування ембріонів кролів в умовах *in vitro*» (2018); «Методичні рекомендації із застосування генетичної та біотехнологічної оцінки біоматеріалу за тривалого його зберігання» (2018); «Організація тренінгу з діагностики стану яєчників корів і телиць за трансплантації ембріонів» (2020); «Відбір корів за проявом білатеральних овуляцій для розширеного відтворення стада. Методичні рекомендації» (2020); «Визначення функціональних та морфологічних параметрів яєчників самиць великої рогатої худоби. Методичні рекомендації» (2021).

Науковий доробок вченого наразі налічує понад 100 наукових праць (монографії, методики, програми, інструкції, наукові звіти та статті), які мають актуальне наукове та практичне значення на сучасному етапі розвитку галузі тваринництва. Його наукові розробки підтверджені трьома патентами на корисну модель.

З метою професійного зростання та загальнокультурного рівня не тільки власного, а і колег-науковців, Петро Анатолійович постійно бере участь у підготовці науковців на курсах підвищення кваліфікації наукових співробітників наукових установ НААН та науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти Міністерства освіти і науки України за спеціальностями: розведення та селекція тварин, генетика сільськогосподарських тварин, репродуктивна біотехнологія. Слід відмітити, що Петро Анатолійович завжди підтримує колег та радіє їх науковим успіхам, скромний та доброзичливий, завжди допомагає колегам.

Як науковець, Петрович Анатолійович стверджувався під науковим керівництвом відомих українських вчених Олега Євгеновича Гузеватого, Світлани Іванівни Ковтун, Валерія Петровича Бурката, в яких він навчився творчого підходу до наукового пошуку, принципості та точності у проведенні досліджень. У тісній співпраці з талановитими вченими – Валентином Андрійовичем Яблонським, Сергієм Борисовичем Васильківським, Аллою Сергіївною Саліною, Леонідом Володимировичем Горбуновим, Миколою Григоровичем Порхуним та багатьма іншими він запозичив такі риси, як вимогливість до себе, наполегливість, об'єктивність та відповідальність. Наукова робота для Петра Анатолійовича є і залишається наразі в пріоритеті.

**Висновки.** Петро Анатолійович Троцький зробив значний внесок у розробку та практичне застосування біотехнологічних методів збереження та раціонального використання генетичного потенціалу самиць сільськогосподарських тварин на клітинному рівні із застосуванням методів ембріологічної генетики. Основні напрями його наукових досліджень:

– розроблення методів отримання, цитоморфологічної оцінки, кріоконсервації, культивування та запліднення *in vitro* деконсервованих і дозрілих поза організмом гамет самиць та отримання з них ембріонів;

– розроблення та застосування оцінки в умовах *in vitro* біологічної активності нанобіоматеріалів у технології формування *in vitro* ембріонів із використанням кріоконсервованих гамет;

– збереження генофонду вітчизняних порід сільськогосподарських тварин на клітинному рівні.

Практична значимість наукових досліджень підтверджується їх ефективним використанням для збереження генофонду сільськогосподарських тварин у вигляді кріоконсервованих гамет високопродуктивних тварин. Троцький П. А. здійснює поповнення Банку генетичних ресурсів тварин ІРГТ ім М.В.Зубця НААН новим генетичним матеріалом у вигляді кріоконсервованих гамет самиць сільськогосподарських тварин.

Троцький П. А. приймав участь у розробці «Програми збереження генофонду основних видів сільськогосподарських видів тварин в Україні на період до 2015 року». Значимість одержаних наукових даних полягає в розширенні знань з кріобіології репродуктивних клітин, які

використовуються в біотехнологічних центрах та наукових лабораторіях із кріоконсервації гамет та ембріонів ссавців.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Троцький П. А., Гузеватий О. Є. Застосування різних концентрацій вітрифікаційного розчину при заморожуванні ооцитів корів. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 1997. Вип. 3, ч. 1. С. 291–294.
2. Гузеватий О. Є., Троцький П. А. Вплив різних способів виведення кріопротекторів після розморожування та їх вплив на дозрівання ооцитів корів. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 1999. Вип. 8, ч. 2. С. 60–63.
3. Яблонський В. А., Свідерська Е. А., Гузеватий О. Є., Троцький П. А. Оптимальний термін спільного інкубування гамет великої рогатої худоби при заплідненні *in vitro*. *Тваринництво України*. 1998. № 7. С. 13.
4. Гузеватий О. Є., Троцький П. А. Культивування і запліднення *in vitro* деконсервованих ооцитів корів, що були заморожені на різних стадіях їх мейотичного дозрівання. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 2000. Вип. 12. С. 34–37.
5. Гузеватий О. Є., Троцький П. А. Оцінка розвитку деконсервованих ооцит–кумулясних комплексів корів. *Вісник агроекологічної академії*. Житомир, 2000. С. 140–141.
6. Гузеватий О. Є., Троцький П. А. Кріоконсервування ооцитів корів з різним кумулюсом. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2001. Вип. 34. С. 126–128.
7. Троцький П. А. Життєздатність і дозрівання поза організмом деконсервованих ооцитів залежно від клітин кумулюсу, що їх оточують. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2002. Вип. 36. С. 185–186.
8. Троцький П. А. Дозрівання поза організмом деконсервованих ооцитів у групах з різною чисельністю гамет. *Науково–технічний бюлетень*. Харків, 2003. Вип. 85. С. 119–122.
9. Троцький П. А. Оцінка життєздатності і подальшого розвитку деконсервованих ооцитів корів з різним кумулюсом. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2003. Вип. 7. С. 246–251.
10. Троцький П. А. Порівняльний аналіз різних способів виведення кріопротекторів на життєздатність і дозрівання деконсервованих ооцит–кумулясних комплексів корів. *Науково–технічний бюлетень*. Харків, 2005. Вип. 91. С. 113–116.
11. Троцький П. А. Порівняльний аналіз використання різних концентрацій гліцерину і пропандіолу у вітрифікаційному розчині при заморожуванні ооцит–кумулясних комплексів корів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С. З. Гжицького*. Львів, 2007. Т. 9. № 3 (34), ч. 2. С. 186–189.
12. Троцький П. А. Порівняльний аналіз застосування різних концентрацій кріопротекторів у еквілібраційному розчині при кріоконсервуванні ооцит–кумулясних комплексів корів. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2006. Вип. 40. С. 176–181.
13. Гузеватий О. Є., Троцький П. А. Заморожування ооцитів корів на різних стадіях мейотичного дозрівання та оцінка їх життєздатності після деконсервування. *Науково–технічний бюлетень*. Львів, 2007. Вип. 8, № 1, 2. С. 287–291.
14. Саліна А. С., Троцький П. А., Гузеватий О. Є., Горбунов Л. В., Лісіна К. Г., Безуглий М. Д. Вплив різних швидкостей заморожування на збереженість ооцитів корів. *Біологія тварин*. 2007. Т. 9, № 1–2. С. 251–256.
15. Гузеватий О. Є., Троцький П. А. Кріоконсервування ооцит–кумулясних комплексів корів з використанням різних вітрифікаційних розчинів. *Науково–технічний бюлетень*. Харків, 2008. №. 96. С. 138–141.
16. Щербак О. В., Троцький П. А., Зюзюн А. Б. Біотехнологічні методи одержання і зберігання гамет сільськогосподарських тварин. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ : Логос, 2008. Т. 5. С. 382–385.

17. Гузеватий О. Є., Троцький П. А. Застосування різних культуральних систем для подальшого розвитку зародків, отриманих з деконсервованих ооцитів. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ, 2009. Т. 7. С. 98–101.
18. Остаповець Л. І., Троцький П. А. Використання генетико-біотехнологічних методів оцінки функціонального стану ооцитів корів і свиней *in vitro*. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ : Логос, 2010. Т. 9. С. 187–191.
19. Троцький П. А. Вплив різних концентрацій кріопротекторів у вітрифікаційному розчині при кріоконсервуванні ооцит-кумулюсних комплексів корів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Білоцерківський державний аграрний університет*. Біла Церква, 2010. Вип. 3 (72) С. 58–60.
20. Троцький П. А. Порівняльний аналіз застосування різних кріопротекторів у еквілібраційному розчині при кріоконсервуванні гамет корів. *Науково-технічний бюлетень*. Львів, 2010. Вип. 11, № 2–3. С. 417–420.
21. Троцький П. А. Кріоконсервування ооцит-кумулюсних комплексів як метод збереження різноманіття сільськогосподарських тварин. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2010. Вип. 44. С. 200–203.
22. Троцький П. А. Особливості використання етиленгліколю і гліцерину у вітрифікаційному розчині при кріоконсервуванні гамет корів. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. Харків, 2011. Вип. 23, ч. 2, т. 2. С. 473–476.
23. Троцький П. А. Оцінка життєздатності деконсервованих ооцит-кумулюсних комплексів корів заморожених надшвидким методом. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ, 2011. Т. 9, № 2. С. 283–287.
24. Ковтун С. І., Щербак О. В., Зюзюн А. Б., Троцький П. А., Галицька Т. В. Використання наноматеріалів для ефективного формування ембріонів свиней *in vitro*. *Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології*. Київ : Логос, 2012. Т. 4. С. 513–518.
25. Галицька Т. В., Ковтун С. І., Троцький П. А. Застосування новітніх біотехнологічних методів для збереження генофонду свиней. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2012. Вип. 46. С. 48–50.
26. Галицька Т. В., Ковтун С. І., Троцький П. А. Порівняльний аналіз кріоконсервування ооцит-кумулюсних комплексів свинок різних порід. *Біологія тварин*. 2012. Т. 14, №. 1–2. С. 591–595.
27. Галицька Т. В., Троцький П. А. Порівняльний аналіз кріоконсервування ооцит-кумулюсних комплексів свинок породи велика біла. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія : Тваринництво. 2012. Вип. 12 (21). С. 47–50.
28. Ковтун С. І., Щербак О. В., Троцький П. А., Галицька Т. В., Зюзюн А. Б. Застосуванням наноматеріалів у системі збереження біорізноманіття сільськогосподарських тварин України. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ : Логос, 2013. Т. 13. С. 57–61.
29. Галицька Т. В., Троцький П. А. Ефективність розвитку *in vitro* ембріонів свиней в системі збереження генетичних ресурсів тварин на клітинному рівні. *Науково-технічний бюлетень*. Харків, 2013. №. 109, ч. 1. С. 58–63.
30. Метлицька О. І., Ковтун С. І., Щербак О. В., Троцький П. А., Зюзюн А. Б., Осипчук О. С. Оптимізація біотехнологічних підходів у системі збереження генофонду свиней миргородської породи України. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ : Логос, 2014. Т. 15. С. 107–112.
31. Галицька Т. В., Троцький П. А. Оцінка життєздатності деконсервованих ооцит-кумулюсних комплексів свинок різних вікових груп. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія : Тваринництво. 2014. Вип. 2/1 (24). С. 216–219.
32. Галицька Т. В., Троцький П. А. Особливості отримання ембріонів свиней *in vitro* в системі збереження біорізноманіття тварин. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2015. Вип. 49. С. 243–247.

33. Троцький П. А. Використання різних біологічно активних речовин при кріоконсервуванні ооцит-кумулясних комплексів корів. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Нова Каховка : ПІЕЛ. 2015. Вип. 8. С. 97–103.
34. Троцький П. А. Кріоконсервування ооцит–кумулясних комплексів корів з використанням різних біологічно активних речовин. *Розведення і генетика тварин*. Вінниця, 2016. Вип. 51. С. 255–260.
35. Щербак О. В., Зюзюн А. Б., Осипчук О. С., Ковтун С. І., Галаган Н. П., Троцький П. А. Вивчення біологічної активності наноматеріалу в умовах культивування сперматозоїдів та ооцитів свиней *in vitro*. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ, 2017. Том. 20. С. 256–260. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v20.775>
36. Щербак О. В., Галаган Н. П., Троцький П. А., Ковтун С. І. Застосування наночастинок діоксиду кремнію в технології формування ембріонів свиней *in vitro*. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології*. Київ, 2017. Т. 15, № 2. С. 381–388.
37. Ковтун С. І., Зюзюн А. Б., Щербак О. В., Троцький П. А. Використання нанобіотехнологічних методів для оптимізації технології культивування ооцитів корів поза організмом. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ, 2018. Т. 22. С. 257–261. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v22.958>
38. Троцький П. А. Вплив різних еквілібраційних систем на життєздатність деконсервованих ооцит-кумулясних комплексів свинок. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія : Тваринництво. Суми, 2018. Вип. 2 (34). С. 89–91.
39. Троцький П. А. Порівняльний аналіз впливу різних еквілібраційних розчинів при кріоконсервуванні ооцит-кумулясних комплексів свинок та подальший розвиток ембріонів *in vitro*. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Нова Каховка : ПІЕЛ. 2018. Вип. 11. С. 215–222.
40. Trotskyi P. A., Shcherbak O. V., Lyuta I. M. Biotechnological approaches to the preservation and use of bovine ovarian cumulus-oocyte complexes in the system of reproductive technologies. *Agricultural science and practice*, 2020, vol. 7, no. 3 p. 54–60. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp7.03.054/>
41. Троцький П. А., Щербак О. В., Ковтун С. І. Застосування наноматеріалу для культивування *in vitro* ембріонів великої рогатої худоби. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2021. Т. 28. С. 112–116. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v28.1385>

## REFERENCES

1. Troczkyj, P. A., and O. Ye. Guzevatyj. 1997. Zastosuvannya riznykh koncentracij vitryfikacijnogo rozchynu pry zamorozhuvanni oocytiv koriv – Application of different concentrations of vitrification solution in freezing oocytes of cows. *Visnyk Bilocerktivskogo derzhavnogo agrarnogo universytetu – Bulletin of Bilotserki State Agrarian University*. 3(1):291–294 (in Ukrainian).
2. Guzevatyj, O. Ye., and P. A. Troczkyj. 1999. Vplyv riznykh sposobiv vyvedennya krioprotektoriv pislya rozmorozhuvannya ta yix vplyv na dozrivannya oocytiv koriv. – The effect of different methods of removal of cryoprotectants after thawing and their effect on the maturation of cow oocytes. *Visnyk Bilocerktivskogo derzhavnogo agrarnogo universytetu. – Bulletin of Bilotserki State Agrarian University*. 8(2):60–63 (in Ukrainian).
3. Yablonskyj, V. A., E. A. Sviderska, O. Ye. Guzevatyj, and P. A. Troczkyj. 1998. Optymalnyj termin spilnogo inkubuvannya gamet velykoyi rogotoyi xudoby pry zaplidnenni *in vitro* – Optimum period of co-incubation of gametes of cattle during *in vitro* fertilization. *Tvarynnycztvo Ukrayiny – Animal husbandry of Ukraine*. 7:13 (in Ukrainian).
4. Guzevatyj, O. Ye., and P. A. Troczkyj. 2000. Kultyvuvannya i zaplidnennya *in vitro* dekonservovanyx oocytiv koriv, shho byly zamorozheni na riznyx stadiyax yix mejotychnogo dozrivannya – Cultivation and fertilization *in vitro* of deconserved oocytes of cows that were frozen at different stages of their meiotic maturation. *Visnyk Bilocerktivskogo derzhavnogo agrarnogo universytetu. – Bulletin of Bilotserki State Agrarian University*. 12:34–37 (in Ukrainian).

5. Guzevatyj, O. Ye., and P. A. Troczkyj. 2000. Ocinka rozvytku dekonservovanyx oocyt-kumulyusnyx kompleksiv koriv – Evaluation of the development of deconserved oocyte-cumulus complexes of cows. *Visnyk agroekologichnoyi akademiyi – Bulletin of the Agroecological Academy*. Zhytomyr, 140–141 (in Ukrainian).

6. Guzevatyj, O. Ye., and P. A. Troczkyj. 2001. Kriokonservuvannya oocytiv koriv z riznym kumulyusom – Cryopreservation of oocytes of cows with different cumulus. *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 34:126–128 (in Ukrainian).

7. Troczkyj, P. A. 2002. Zhytlyezdatnist i dozrivannya poza organizmom dekonservovanyx oocytiv zalezno vid klityn kumulyusu, shho yix otochuyut – Viability and maturation outside the body of deconserved oocytes depending on the surrounding cumulus cells. *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 36:185–186 (in Ukrainian).

8. Troczkyj, P. A. 2003. Dozrivannya poza organizmom dekonservovanyx oocytiv u grupax z riznoyu chyselnistyu gamet – Maturation outside the body of deconserved oocytes in groups with different numbers of gametes. *Naukovo-tekhnichnyj byuleten – Scientific and technical bulletin*. Xarkiv, 85:119–122 (in Ukrainian).

9. Troczkyj, P. A. 2003. Ocinka zhytlyezdatnosti i podalshogo rozvytku dekonservovanyx oocytiv koriv z riznym kumulyusom – Assessment of viability and further development of deconserved oocytes of cows with different cumulus. *Visnyk Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Sumy, 7:246–251 (in Ukrainian).

10. Troczkyj, P. A. 2005. Porivnyalnyj analiz riznyx sposobiv vyvedennya krioprotektoriv na zhytlyezdatnist i dozrivannya dekonservovanyx oocyt-kumulyusnyx kompleksiv koriv – Comparative analysis of different methods of introducing cryoprotectants on the viability and maturation of deconserved oocyte-cumulus complexes of cows. *Naukovo-tekhnichnyj byuleten – Scientific and technical bulletin*. Xarkiv, 91:113–116 (in Ukrainian).

11. Troczkyj, P. A. 2007. Porivnyalnyj analiz vykorystannya riznyx koncentracij glicerynu i propandiolu u vitryfikacijnomu rozchyni pry zamorozhuvanni oocyt-kumulyusnyx kompleksiv koriv – Comparative analysis of the use of different concentrations of glycerol and propanediol in the vitrification solution during freezing oocyte-cumulus complexes of cows. *Naukovyj visnyk Lvivskogo nacionalnogo universytetu veterynarnoyi medycyny ta bioteknologiyi im. S.Z. Gzhyczkogo – Scientific bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzytsky*. Lviv, 9:3(34):2:186–189 (in Ukrainian).

12. Troczkyj, P. A. 2006. Porivnyalnyj analiz zastosuvannya riznyx koncentracij krioprotektoriv u ekvilibracijnomu rozchyni pry kriokonservuvanni oocyt-kumulyusnyx kompleksiv koriv – Comparative analysis of the use of different concentrations of cryoprotectants in the equilibration solution during cryopreservation of oocyte-cumulus complexes of cows. *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 40:176–181 (in Ukrainian).

13. Guzevatyj, O. Ye., and P. A. Troczkyj. 2007. Zamorozhuvannya oocytiv koriv na riznyx stadiyax mejotychnogo dozrivannya ta ocinka yix zhytlyezdatnosti pislya dekonservuvannya – Freezing of cow oocytes at different stages of meiotic maturation and assessment of their viability after deconservation. *Naukovo-tekhnichnyj byuleten – Scientific and technical bulletin*. Lviv, 8(1,2):287–291 (in Ukrainian).

14. Salina, A. S., P. A. Troczkyj, O. Ye. Guzevatyj, L. V. Gorbunov, K. G. Lisina, and M. D. Bezuglyj. 2007. Vplyv riznyx shvydkostej zamorozhuvannya na zberezhenist oocytiv koriv – Influence of different freezing rates on the preservation of oocytes of cows. *Biologiya tvaryn – Biology of animals*. Lviv, 9(1–2):251–256 (in Ukrainian).

15. Guzevatyj, O. Ye., and P. A. Troczkyj. 2008. Kriokonservuvannya oocyt-kumulyusnyx kompleksiv koriv z vykorystannyam riznyx vitryfikacijnyx rozchyniv – Cryopreservation of oocyte-cumulus complexes of cows using different vitrification solutions. *Naukovo-tekhnichnyj byuleten – Scientific and technical bulletin*. Xarkiv, 96:138–141 (in Ukrainian).

16. Shherbak, O. V., P. A. Troczkyj, and A. B. Zyuzyun. 2008. Bioteknologichni metody oderzhannya i zberigannya gamet silskogospodarskyx tvaryn – Biotechnological methods of

obtaining and storing gametes of agricultural animals. *Faktori eksperimental'noi evolyutsii organizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*. Kyiv. Logos, 5:382–385 (in Ukrainian).

17. Guzevatyj, O. Ye., and P. A. Troczkyj. 2009. Zastosuvannya riznyx kulturalnyx system dlya podalshogo rozvytku zarodkiv, otrzymanyx z dekonservovanyx oocytiv – Application of various culture systems for further development of embryos obtained from deconserved oocytes. *Faktori eksperimental'noi evolyutsii organizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*. Kyiv, 7:98–101 (in Ukrainian).

18. Ostapovecz, L. I., and P. A. Troczkyj. 2010. Vykorystannya genetyko-biotexnologichnyx metodiv ocinky funkcionalnogo stanu oocytiv koriv i svynej *in vitro* – The use of genetic and biotechnological methods for assessing the functional state of cow and pig oocytes *in vitro*. *Faktori eksperimental'noi evolyutsii organizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*. Kyiv. Logos, 9:187–191 (in Ukrainian).

19. Troczkyj, P. A. 2010. Vplyv riznyx koncentracij krioprotektoriv u vitryfikacijnomu rozchyni pry kriokonservuvannya oocyt-kumulyusnyx kompleksiv koriv – Effect of different concentrations of cryoprotectants in the vitrification solution during cryopreservation of oocyte-cumulus complexes of cows. *Texnologiya vyrobnyctva i pererobky produkciyi tvarynnyctva. Bilocerktivskij derzhavnyj agrarnyj universytet – Technology of production and processing of animal husbandry products. Belotserki State Agrarian University*. Bila Cerkva, 3(72):58–60 (in Ukrainian).

20. Troczkyj, P. A. 2010. Porivnyalnyj analiz zastosuvannya riznyx krioprotektoriv u ekvilibracijnomu rozchyni pry kriokonservuvanni gamet koriv – Comparative analysis of the use of different cryoprotectants in the equilibration solution during cryopreservation of cow gametes. *Naukovo-texnichnyj byuleten – Scientific and technical bulletin*. Lviv, 11(2–3):417–420 (in Ukrainian).

21. Troczkyj, P. A. 2010. Kriokonservuvannya oocyt-kumulyusnyx kompleksiv yak metod zberezheniya riznomanittya silskogospodarskyx tvaryn – Cryopreservation of oocyte-cumulus complexes as a method of preserving the diversity of agricultural animals. *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, Ahrarna nauka, 44:200–203 (in Ukrainian).

22. Troczkyj, P. A. 2011. Osoblyvosti vykorystannya etylenglikolyu i glicerynu u vitryfikacijnomu rozchyni pry kriokonservuvanni gamet koriv – Peculiarities of using ethylene glycol and glycerin in the vitrification solution for cryopreservation of cow gametes. *Problemy zooinzheneriyi ta veterynarnoyi medycyny – Problems of animal engineering and veterinary medicine*. Xarkiv, 23(2):2:473–476 (in Ukrainian).

23. Troczkyj, P. A. 2011. Ocinka zhytlyezdatnosti dekonservovanyx oocyt-kumulyusnyx kompleksiv koriv zamorozhenyx nadshvydkym metodom – Evaluation of the viability of deconserved oocyte-cumulus complexes of cows frozen by the ultra-fast method. *Visnyk Ukrayinskogo tovarystva genetykiv i selekcioneriv – Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*. Kyiv, 9(2):283–287 (in Ukrainian).

24. Kovtun, S. I., O. V. Shherbak, A. B. Zyuzyun, P. A. Troczkyj, and T. V. Galyczka. 2012. Vykorystannya nanomaterialiv dlya efektyvnogo formuvannya embrioniv svynej *in vitro* – Use of nanomaterials for effective formation of pig embryos *in vitro*. *Dosyagnennya i problemy genetyky, selekciyi ta biotexnologiyi – Achievements and problems of genetics, breeding and biotechnology*. Kyiv. Logos, 4:513–518 (in Ukrainian).

25. Galyczka, T. V., S. I. Kovtun, and P. A. Troczkyj. 2012. Zastosuvannya novitnix biotexnologichnyx metodiv dlya zberezheniya genofondu svynej – Application of the latest biotechnological methods to preserve the gene pool of pigs. *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 46:48–50 (in Ukrainian).

26. Galyczka, T. V., S. I. Kovtun, and P. A. Troczkyj. 2012. Porivnyalnyj analiz kriokonservuvannya oocyt-kumulyusnyx kompleksiv svynok riznyx porid – Comparative analysis of cryopreservation of oocyte-cumulus complexes of pigs of different breeds. *Biologiya tvaryn – Biology of animals*. Lviv, 14(1–2):591–595 (in Ukrainian).

27. Galyczka, T. V., and P. A. Troczkyj. 2012. Porivnyalnyj analiz kriokonservuvannya oocyt-kumulyusnyx kompleksiv svynok porody velyka bila – Comparative analysis of cryopreservation of oocyte-cumulus complexes of Great White pigs. *Visnyk Sumського nacionalnogo agrarnogo universytetu. Seriya "Tvarynnycztvo" – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. "Livestock" series*. Sumy, 12 (21):47–50 (in Ukrainian).
28. Kovtun, S. I., O. V. Shherbak, P. A. Troczkyj, T. V. Galyczka, and A. B. Zyuzyun. 2013. Zastosuvanniam nanomaterialiv u systemi zberezheniya bioriznomanittya silskogospodarskyx tvaryn Ukrayiny – pplication of nanomaterials in the system of preservation of biodiversity of agricultural animals of Ukraine. *Faktori eksperimental'noi evolyutsii organizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*. Kyiv. Logos, 13:57–61 (in Ukrainian).
29. Galyczka, T. V., and P. A. Troczkyj. 2013. Efektyvnist rozvytku *in vitro* embrioniv svynej v systemi zberezheniya genetychnyx resursiv tvaryn na klitynnomu rivni – Effectiveness of *in vitro* development of pig embryos in the system of preservation of genetic resources of animals at the cellular level. *Naukovo–texnichnyj byuleten – Scientific and technical bulletin*. Xarkiv, 109(1):58–63 (in Ukrainian).
30. Metlyczka, O. I., S. I. Kovtun, O. V. Shherbak, P. A. Troczkyj, A. B. Zyuzyun, and O. S. Osypchuk. 2014. Optyimizaciya biotexnologichnyx pidxodiv u systemi zberezheniya genofondu svynej myrhorodskoyi porody Ukrayiny – Optimization of biotechnological approaches in the system of preservation of the gene pool of pigs of the Myrhorod breed of Ukraine. *Faktori eksperimental'noi evolyutsii organizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*. Kyiv. Logos, 15:107–112 (in Ukrainian).
31. Galyczka, T. V., and P. A. Troczkyj. 2014. Ocinka zhytlyezdatnosti dekonservovanyx oocyt-kumulyusnyx kompleksiv svynok riznyx vikovyx grup – Assessment of the viability of deconserved oocyte-cumulus complexes of pigs of different age groups. *Visnyk Sumського nacionalnogo agrarnogo universytetu. Seriya "Tvarynnycztvo" – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. "Livestock" series*. Sumy, 2/1(24):216–219 (in Ukrainian).
32. Galyczka, T. V., and P. A. Troczkyj. 2015. Osoblyvosti otrymannya embrioniv svynej *in vitro* v systemi zberezheniya bioriznomanittya tvaryn – Peculiarities of obtaining pig embryos *in vitro* in the system of preservation of animal biodiversity. *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Kyiv, 49:243–247 (in Ukrainian).
33. Troczkyj, P. A. 2015. Vykorystannya riznyx biologichno aktyvnyx rehovyn pry kriokonservuvanni oocyt-kumulyusnyx kompleksiv koriv – The use of various biologically active substances in the cryopreservation of oocyte-cumulus complexes of cows. *Naukovyj visnyk «Askaniya-Nova» – Scientific Bulletin "Askania-Nova"*. Nova Kaxovka, «PYEL» 8:97–103 (in Ukrainian).
34. Troczkyj, P. A. 2016. Kriokonservuvannya oocyt-kumulyusnyx kompleksiv koriv z vykorystanniam riznyx biologichno aktyvnyx rehovyn – Cryopreservation of oocyte-cumulus complexes of cows using various biologically active substances. *Rozvedennya i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*. Vinnycya, 51:255–260 (in Ukrainian).
35. Shherbak, O. V., A. B. Zyuzyun, O. S. Osypchuk, S. I. Kovtun, N. P. Galagan, and P. A. Troczkyj. 2017. Vyvchennya biologichnoyi aktyvnosti nanomaterialu v umovax kultyvuvannya spermatozoidiv ta oocytiv svynej *in vitro* – Study of the biological activity of the nanomaterial under the conditions of *in vitro* cultivation of pig spermatozoa and oocytes. *Faktori eksperimental'noi evolyutsii organizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*. Kyiv, 20:256–260 DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v20.775> (in Ukrainian).
36. Shherbak, O. V., N. P. Galagan, P. A. Troczkyj, and S. I. Kovtun. 2017. Zastosuvannya nanochastynok dioksydu kremniyu v texnologiyi formuvannya embrioniv svynej *in vitro* – The use of silicon dioxide nanoparticles in the technology of pig embryo formation *in vitro*. *Nanosystemy, nanomaterialy, nanotexnologiyi – Nanosystems, nanomaterials, nanotechnologies*. Kyiv, 15(2):381–388 (in Ukrainian).

37. Kovtun, S. I., A. B. Zyuzyun, O. V. Shherbak, and P. A. Troczkyj. 2018. Vykorystannya nanobiotekhnologichnyx metodiv dlya optymizaciyi tekhnologiyi kultyvuvannya oocytiv koriv poza organizmom – The use of nanobiotechnological methods to optimize the technology of culturing cow oocytes outside the body. *Faktori eksperimental'noi evolyutsii organizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*. Kyiv, 22:257–261 DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v22.958> (in Ukrainian).

38. Troczkyj, P. A. 2018. Vplyv riznyx ekvilibracijnyx system na zhytlyezdatnist dekonservovanyx oocyt-kumulyusnyx kompleksiv svynok – The influence of different equilibration systems on the viability of deconserved oocyte-cumulus complexes of pigs. *Visnyk Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu. Seriya "Tvarynnycztvo" – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. "Livestock" series*. Sumy, 2(34):89–91 (in Ukrainian).

39. Troczkyj, P. A. 2018. Porivnyalnyj analiz vplyvu riznyx ekvilibracijnyx rozchyniv pry kriokonservuvanni oocyt-kumulyusnyx kompleksiv svynok ta podalshyj rozvytok embrioniv *in vitro* – comparative analysis of the influence of different equilibration solutions during cryopreservation of pig oocyte-cumulus complexes and further development of embryos *in vitro*. *Naukovyj visnyk «Askaniya-Nova» – Scientific Bulletin "Askania-Nova"*. Nova Kakhovka, «PYEL», 11:215–222 (in Ukrainian).

40. Trotskyi, P. A., O. V. Shcherbak, and I. M. Lyuta. 2020. Biotechnological approaches to the preservation and use of bovine ovarian cumulus-oocyte complexes in the system of reproductive technologies. *Agricultural science and practice*, 7(3):54–60. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp7.03.054/> (in English).

41. Troczkyj, P. A., O. V. Shherbak, and S. I. Kovtun. 2021. Zastosuvannya nanomaterialu dlya kultyvuvannya *in vitro* embrioniv velykoyi rogatoyi xudoby – Application of nanomaterial for *in vitro* cultivation of cattle embryos. *Faktori eksperimental'noi evolyutsii organizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*. 28:112–116 DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v28.1385> (in Ukrainian).

---

Одержано редколегією 14.06.2022 р.

Прийнято до друку 26.07.2022 р.