MORPHOLOGIA



ISSN 1997-9665

2026 • Том 20 • Номер 2

2026 • Volume 20 • Number 2

Crossref
DOI-prefix: 10.26641

ISSN 1997-9665
ISSN INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER INTERNATIONAL CENTRE

MORPHOLOGIA

2026 • Том 20 • Номер 3

Електронний науковий журнал Всеукраїнської громадської організації
«Наукове товариство анатомів, гістологів, ембріологів і топографоанатомів України»
Заснований у 2007 році
Періодичність видання 4 рази на рік
Засновники:
Дніпровський державний медичний університет
ВГО «Наукове товариство анатомів, гістологів, ембріологів і топографоанатомів України»

Видавець: Дніпровський державний медичний університет – ROR https://ror.org/0469ncz24
Ідентифікатор медіа: R40-07212

OPEN ACCESS

Це журнал відкритого доступу за ліцензією Creative Commons CC BY 4.0, яка дозволяє іншим людям вільно поширювати опубліковані роботи з обов'язковим посиланням на авторів оригінальних робіт та першу публікацію роботи в цьому журналі.

Журнал включений до **Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»)**, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт в галузі медичних і біологічних наук (Наказ Міністерства освіти і науки України від 11.06.2026 р. № 928).

Науковий профіль видання (**кластер**): Біологія, біотехнології, медицина та реабілітація за спеціальностями Е1 Біологія та біохімія, І1 Стоматологія, І2 Медицина, І6 Технології медичної діагностики та лікування.

Головний редактор

Твердохліб І.В. (Дніпро, Україна)

Редакційна колегія

Акен О. ван (Лунд, Швеція), Аппельханс О.Л. (Одеса, Україна), Бондаренко І.М. (Дніпро, Україна), Бондаренко О.О. (Дніпро, Україна), Джейгєль П.З. (Вроцлав, Польща), Жан Зі (Квебек, Канада), Ковальчук О.І. (Київ, Україна), Луговський С.П. (Київ, Україна), Луцик О.Д. (Львів, Україна), Маєвський О.Є. (Київ, Україна), Медведєв М.В. (Дніпро, Україна), Мішалов В.Д. (Київ, Україна), Подхорска-Околув М.К. (Вроцлав, Польща), Туманський В.О. (Запоріжжя, Україна), Умемото Т. (Гейнсвілл, США), Челпанова І.В. (Львів, Україна), Шпонька І.С. (Дніпро, Україна).

Оглядові, проблемні й оригінальні статті рецензуються за процедурою Double-blind. Журнал публікує наукові роботи морфологів, а також результати морфологічних досліджень фахівців інших спеціальностей.

Видається і рекомендується для вільного поширення мережею Internet згідно з рішенням вченої ради Дніпровського державного медичного університету (протокол № 4 від 22 жовтня 2026 року).
Підписано до друку 23.10.2026 р. Умовн. друк. арк. 17.

Адреса редакції: 49005, м. Дніпро, вул. Севастопольська, 19, редакція журналу «Morphologia».
Тел.: +380974584284. E-mail: morphology.ivt@gmail.com

О.Є. Ніпот
Н.А. Єршова
С.С. Єршов
О.О. Чабаненко
Н.М. Шпакова

Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України
Харків, Україна

Morphologia
2026;20(3):172-177

DOI: https://doi.org/10.26641/1997-9665.2026.3.172-177
Морфологія / Morphologia / Morfologìâ
ISSN 1997-9665

УДК 606:576.343:612.111:619

ВПЛИВ КРІОКОНСЕРВУЮЧИХ РЕЧОВИН ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДУ ТА САХАРОЗИ НА ЕРИТРОЦИТИ КРОЛИКА: МОРФОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ

Nipot O.E. ✉, Yershova N.A., Yershov S.S., Chabanenko O.O., Shpakova N.M. **Effect of the cryoprotective agents dimethyl sulfoxide and sucrose on rabbit erythrocytes: a morphological aspect.**
Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine.

ABSTRACT. Introduction. Studies of erythrocytes have shown that the efficiency of cryopreservation depends substantially on the concentration and type of cryoprotective agents and the freezing protocol. Of particular interest is the use of combinations of permeating cryoprotective agents, among which dimethyl sulfoxide (DMSO) is one of the most widely used, and non-permeating compounds such as sucrose. However, the mechanisms of interaction of DMSO and sucrose with the erythrocyte membrane, particularly in terms of changes in cell morphology, remain considerably less studied than hemolysis and osmotic stability. **Aim**. To investigate morphological changes in rabbit erythrocytes under the influence of the cryoprotective agents DMSO, sucrose, and their combination. **Methods**. Rabbit erythrocytes were incubated in cryoprotective media containing different concentrations of DMSO and sucrose. The morphological state of the cells was assessed before cryopreservation, while the effectiveness of cryoprotection was evaluated based on the level of hemolysis after freezing–thawing. **Results**. Morphological analysis showed that echinocytic forms predominated in DMSO-containing solutions. A visually reduced cell volume was observed at a DMSO concentration of 10%, as well as individual cells with a markedly increased volume, which, in our opinion, may indicate impaired membrane permeability resulting from erythrocyte membrane damage. Following the addition of sucrose, stomatocytic forms predominated. Regarding cell preservation after cryopreservation, a significant increase in the protective effect of the cryoprotective solutions was observed with increasing DMSO concentration. The addition of sucrose did not result in changes in the level of hemolytic damage after freezing–thawing and cryoprotectant removal. The obtained data suggest that the changes in erythrocyte shape are induced not directly by sucrose, but rather by DMSO in the presence of sucrose. The introduction of an additional factor is likely to alter the interaction of the permeating cryoprotectant with the membrane, thereby affecting a number of membrane properties and its behavior. However, these changes have little effect on the extent of erythrocyte damage during freezing–thawing. This suggests that certain properties of DMSO are of primary importance for cryopreservation. Specifically, the interaction of the cryoprotectant with the membrane and the resulting changes in cell shape do not appear to be determining factors under the present cryopreservation conditions. Rather, the ability of DMSO to penetrate the intracellular space and increase cytoplasmic viscosity, thereby preventing ice crystal formation and mechanical membrane damage, appears to be of greater importance. This is supported by the substantial decrease in hemolysis observed with increasing DMSO concentration. **Conclusion**. Morphological changes in erythrocytes before cryopreservation are not a direct indicator of their subsequent preservation under the conditions studied. Changes in cell shape are likely to reflect modification of membrane properties under the influence of DMSO and sucrose but do not determine the effectiveness of cryoprotection. The results obtained support the use of a comprehensive assessment of morphological and functional parameters in the development of cryoprotective media.

Key words: rabbit erythrocytes, dimethyl sulfoxide, sucrose, morphology, cryopreservation.

Nipot O. E. 0000-0003-2877-8896; Yershova N.A. 0000-0001-9332-6752;
Chabanenko O.O. 0000-0003-1977-3495; Yershov S.S. 0000-0002-6136-1825;
Shpakova N.M. 0000-0002-0148-7522
For correspondence: ✉ nipotel71@gmail.com

© The Author(s) 2026. This is an open access article under the Creative Commons CC BY 4.0 license, which allows other people to freely distribute the published work with a mandatory reference to the authors of the original work and the first publication of the work in this journal.

Citation: Nipot OE, Yershova NA, Yershov SS, Chabanenko OO, Shpakova NM. [Effect of the cryoprotective agents dimethyl sulfoxide and sucrose on rabbit erythrocytes: a morphological aspect]. Morphologia. 2026;20(3):172-7. Ukrainian
doi: https://doi.org/10.26641/1997-9665.2026.3.172-177

Отримано / Received: 28.09.2026
Рецензовано / Revised: 18.10.2026
Прийнято / Accepted: 23.10.2026
Опубліковано / Published: 02.11.2026

Вступ

Кріоконсервацію еритроцитів можна ідентифікувати як тему і фундаментальної кріобіології, і прикладних досліджень. На загал еритроцити є зручною клітинною моделлю для вивчення механізмів кріопошкодження. Їхня життєздатність після заморожування визначається станом плазматичної мембрани, цитоскелета, осмотичною стійкістю та здатністю клітини зберігати вихідну форму. Вивчення цих процесів дозволяє оцінювати дію проникних та непроникних кріопротекторів та удосконалювати технології тривалого зберігання клітинного матеріалу [1,2].

Для ветеринарії кріоконсервація еритроцитів потенційно дозволяє створювати запаси донорського матеріалу, які можуть використовуватись при трансфузійній терапії тварин. Крім того, збереження еритроцитів у замороженому стані може бути корисним для експериментальних досліджень. Кролик має особливий інтерес як експериментальна модель. Кролячі еритроцити використовуються для вивчення клітинної поведінки при заморожуванні і є зручною моделлю для дослідження взаємозв'язку між режимом заморожування, кріопротектором та збереженням клітинної структури [2,3,4,5].

Роботи з еритроцитами показують, що ефективність кріоконсервації істотно залежить від концентрації та виду кріопротекторів та режиму заморожування. Особливий інтерес представляє використання комбінації проникаючого кріопротекторів, серед яких найбільш розповсюдженим є ДМСО та непроникних сполук, таких як сахароза. У дослідженнях з еритроцитами різних ссавців, включаючи кролика, комбінації DMSO та сахарози входили до складу багатокомпонентних кріозахисних середовищ і забезпечували більш високу схоронність клітин після заморожування-відтавання порівняно з деякими однокомпонентними системами [4,5,6]. При цьому механізми взаємодії ДМСО та сахарози з мембраною еритроциту, особливо з погляду зміни морфології клітини, залишаються вивченими значно менше, ніж показники гемолізу та осмотичної стійкості.

Мета

Дослідити морфологічні зміни в еритроцитах кролика під впливом кріопротекторів ДМСО, сахарози та їх суміші.

Матеріали та методи

У роботі використовували еритроцити кролика (Oryctolagus cuniculus). Заготівлю крові й усі маніпуляції проводили згідно з вітчизняними та міжнародними біоетичними нормами щодо проведення експериментів на тваринах відповідно до протоколів, схвалених комітетом з біоетики Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, узгоджених із основними положеннями Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 3447-IV від 21.02.2006) та «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986). Забір крові у кролика здійснювали з використанням розчину гепарину (500 од/мл). Цільну кров центрифугували при 800 g протягом трьох хвилин, видаляли плазму, тоді еритроцити тричі відмивали у фізіологічному розчині (NaCl 0,15 моль/л; Na-фосфатний буфер 0,01 моль/л, pH 7,4). До суспензії еритроцитів додавали крапельно ДМСО у співвідношенні 1:1 при постійному перемішуванні, час додавання становив 5–7 хвилин, кожну наступну краплю додавали після повного змішування попередньої. Кінцева концентрація кріопротектора становила 7,5 % та 10 %. Суміш інкубували протягом 20 хв при кімнатній температурі. Після інкубації зразки у пластикових контейнерах об’ємом 2 мл заморожували прямим зануренням у рідкий азот (−196 °C). Відігрівання здійснювали на водяній бані за температури 38–40 °C до повного розморожування. Кріопротектор видаляли шляхом поетапного центрифугування. На першому етапі до суспензії еритроцитів додавали в рівному обсязі розчин: NaCl 0,6 моль/л; Na-фосфатний буфер 0,01 моль/л, pH 7,4. Після цього еритроцити двічі промивали фізіологічним розчином (0,15 моль/л; Na-фосфатний буфер 0,01 моль/л, pH 7,4). Вміст гемоглобіну, що вийшов у супернатант, визначали спектрофотометрично на кожному етапі. Рівень гемолізу на кожному етапі розраховували відносно кількості клітин на початку кожного етапу. Для визначення загального пошкодження розраховували рівень гемолізу відносно інтактної проби. Статистичну обробку отриманих числових даних проводили за допомогою програми Statistica (версія 6.0) з урахуванням t-критерію Стьюдента.

Морфологічні особливості клітин, які збереглися після проведення ПГШ за температури 0°C, при подальшому нагріванні зразка оцінювали з використанням лазерного скануючого мікроскопа AxioObserver Z1 LSM 510 META («CarlZeiss», Німеччина). У роботі використовували скляне предметне скло з силіконізованою поверхнею. Для

 CC BY 4.0 license

морфологічної оцінки особливостей форми еритроцитів застосовували загальноприйняту класифікацію. Обробку знімків здійснювали за допомогою програмного забезпечення AxioVision 4.7.

Результати та їх обговорення

На рис.1 представлені фото еритроцитів у суміші кріопротекторів, що використовувалися у експерименті. Видно, що у розчинах ДМСО превалює ехіноцитарна форма – ехіноцити, сфероехіноцити, стоматоцити зі спікулами, є окремі клітини у формі двовпуклого диску та сфероцити. При цьому можна спостерігати візуально менший об'єм клітин при концентрації ДМСО 10%, а також окремі клітини зі значно збільшеним об'ємом, що на нашу думку є ознакою порушення проникності внаслідок пошкодження мембрани еритроцита кріопротектором. При додаванні сахарози основна маса клітин є стоматоцитами, частина з них зі спікулами, при концентрації ДМСО 10% також спостерігаються окремі сфероцити.

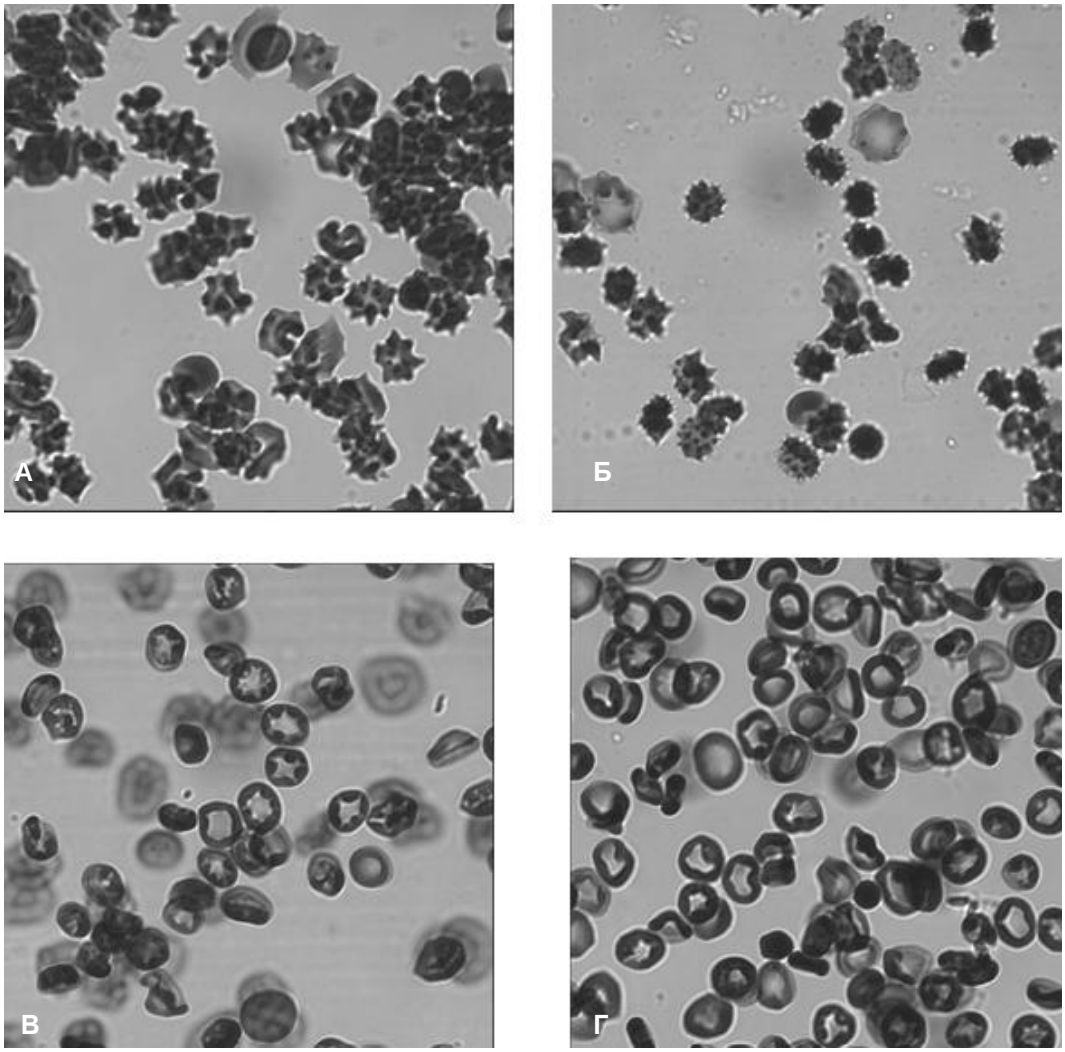


Рис. 1. Морфологія еритроцитів у розчинах кріопротекторів. 1 – 7,5 % ДМСО; 2 – 10% ДМСО; 1 – 7,5 % ДМСО + 0,2моль/л сахароза; 2 – 10% ДМСО+ 0,2 моль/л сахароза.

У таблиці продемонстровано рівень пошкодження еритроцитів після заморожування у досліджуваних кріопротекторних сумішах. Порівнюючи дані при різних концентраціях ДМСО, можна спостерігати значне зростання захисної функції кріопротекторних розчинів при збільшенні концентрації кріопротектора. Тим часом додавання сахарози не вносило достовірних змін у рівень пошкодження еритроцитів при заморожуванні. Порівнюючи рис.1 та таблицю можно зробити висновок, що форма еритроцита не корелює зі змінами форми клітин, так у обох досліджуваних розчинах ДМСО переважно домінує ехіноцитарна форма і при цьому значно відрізняється рівень пошкодження. В той же час додавання сахарози значно змінює форму клітин, але не веде до змін у рівні гемолітичного пошкодження після заморожування-відтавання та видалення кріопротектора.

Таблиця 1

Рівень гемолізу еритроцитів кролика під час заморожування-відтавання і видалення кріопротектора (%)

Кріозахисне середовище	Заморожування	Етапи видалення кріопротектора 1	2	3	Загальне пошкодження
7,5% ДМСО	50±4	43±4	53±5	42±6	92±7
7,5% ДМСО + 0,2 моль/л сахароза	59±4	51±4	65±6	54±6	97±5
10% ДМСО	9±1*	10±1*	7±2*	2±*1	24±2*
10% ДМСО + 0,2 моль/л сахароза	8±4**	7±3**	4±2**	6±4**	20±5**

Примітка. * — відмінності вірогідні порівняно з рівнем гемолізу клітин у присутності 7,5 % ДМСО за того ж об'єму, P<0,05.
** — відмінності вірогідні порівняно з рівнем гемолізу клітин у присутності 7,5 % ДМСО за того ж об'єму, P<0,05.

Диметилсульфоксид широко використовується в біології, медицині та біотехнологічних дослідженнях, насамперед як ефективний кріопротектор клітин, проте молекулярні механізми його дії досі не з'ясовано остаточно. ДМСО також знахлдить широке застосування, насамперед як розчинник і підсилювач проникності для різноманітних сполук, зокрема лікарських засобів. Вважається, що кріопротекторні властивості ДМСО базуються на високому ступені проникності мембран для цієї сполуки, що веде до насичення ним внутрішньоклітинного простору, підвищення в'язкості та уникнення формування «травмуючих» кристалів льоду під час заморожування-відтавання [3,7,8].

Однак, існують переконливі докази того, що він також впливає на організацію та властивості бішарових ліпідних мембран, упаковку мембранних ліпідів, доступний вільний об'єм, а також на термотропні й механічні властивості мембран. Хоча молекула ДМСО розчинна у воді, вона є амфіфільною, що пояснює її спорідненість із плазматичною мембраною, причому цей вплив не є універсальним, а залежить від складу та фізичного стану. Загалом наявні дані свідчать про те, що ДМСО, ймовірно, чинить диференційований вплив на гетерогенні біологічні мембрани залежно від їхнього локального складу та структури, а також може впливати на біологічні функції, пов'язані з мембранами, зокрема на проникність та на стан зв'язаної води зумовлюючи підвищення дифузійної рухливості молекул [5,9,10].

Сахароза у даному дослідженні розглядається як непроникний кріопротектор, здатний стабілізувати мембранні структури еритроцитів в умовах осмотичного та температурного стресу. Оскільки сахароза практично не проникає через ліпідний бислой, її основна дія пов'язана з осмотичних ефектів, зв'язуванням води та стабілізацією мембранних структур під час охолодження та заморожування [11]. Експериментальні дані свідчать про її вплив на мембранно-цитоскелетний комплекс еритроцитів та зниження пошкодження клітинної мембрани при охолодженні. Для еритроцитів кролика захисна дія сахарози показана при стресовому впливі, а також у складі багатокомпонентних кріозахисних середовищ [12,13].

У деяких дослідженнях сахароза поряд з іншими кріопротекторами вивчалася на еритроцитах людини до заморожування. Автори показали, що екзоцелюлярні кріопротектори, включаючи сахарозу, здатні викликати зміни у мембранно-цитоскелетному комплексі еритроциту. Особливо важливо, що зміни торкалися структурного стану актину та пов'язаних з ним білків — тобто системи, що безпосередньо визначає механічні властивості та форму еритроциту. Дослідження безпосередньо за умов кріоконсервації еритроцитів кролика показало, що сахароза забезпечувала вищу безпеку еритроцитів кролика в порівнянні з низкою традиційних кріозахисних середовищ. Однак, з цієї роботи не можна виділити самостійний внесок сахарози, оскільки вона використовувалася разом з трьома іншими кріопротекторами. До складу багатокомпонентного середовища входили PEO-1500, DMSO та 1,2-пропандіол [14].

Виходячи з наявних даних та результатів нашої роботи можна припустити, що зміну форми еритроцитів провокує не безпосередньо сахароза, а ДМСО у присутності сахарози. Привнесення додаткового фактору ймовірно змінює взаємодію проникного кріопротектора з мембраною, що впливає на низку властивостей і поведінку мембрани та зв'язаної з нею води. Однак це практично не впливає на рівень пошкодження еритроцитів при заморожуванні-відтаванні, що дозволяє виділити певні властивості ДМСО як найбільш значущі при кріоконсервації, а саме, можна припустити, що взаємодія кріопротектора з мембраною і зміна форми клітин не є визначальною в даних умовах кріоконсервування, а головним є здатність ДМСО до проникнення до внутрішньоклітинного простору та підвищення в'язкості цитоплазми для запобігання утворенню кристалічних форм і механічного пошкодження мембрани. Це підтверджується суттєвим зниженням гемолізу при підвищенні концентрації ДМСО.

Висновки

1. В умовах експериментів, що проводилися в даній роботі морфологічні властивості еритроцитів не мають важливого значення в контексті кріоконсервації клітин.

2. Проведення паралельних морфологічних досліджень при розробці нових середовищ кріоконсервування є важливим аспектом оскільки дозволяє з'ясувати механізми, які лежать в основі експериментальних спостережень.

Перспективи подальших досліджень

Перспективними напрямами є як вивчення впливу різних сумішей кріопротекторних речовин на стан клітин до кріоконсервування а також на морфологічну цілісність еритроцитів після заморожування відтавання, оскільки зміна форми клітини може бути додатковим раннім маркером пошкодження мембрани. Це може мати суттєве значення при розробці нових стратегій кріоконсервації клітин.

Інформація про конфлікт інтересів

Потенційних або явних конфліктів інтересів, що пов'язані з цим рукописом, на момент публікації не існує та не передбачається.

Інформація про фінансування

Це дослідження не отримувало спеціального гранту від жодної фінансової установи у державному, комерційному чи некомерційному секторах.

Літературні джерела
References

1. Murray KA, Gibson MI. Chemical approaches to cryopreservation. Nat Rev Chem. 2022;6(8):579–93. doi: 10.1038/s41570-022-00407-4

2. Hu Y, Liu X, Ahmad A, Chen J, Chen X, Zhang W, Tan S. Cryoprotectants for red blood cells:Evaluate safety and effectiveness by in vitro measures. MedComm Future Med. 2023;2(4):e67. doi: 10.1002/mef2.67

3. Nguyen TT, Nguyen HTQ, Dinh KN. Evaluation of stored whole blood and monitoring the health of dogs after transfusion using fresh whole blood, stored whole blood, and packed red blood cells. World Vet J. 2024;14(2):220–7. doi: 10.54203/scil.2024.wvj2

4. Denysova OM, Yakymenko TI, Vashenko BB, Zhegunov GP, Prichodchenko VO, Gladka NI. [The methods of cryopreservation of red blood cells of animal]. Vet Sci Technol Anim Husb Nat Managem. 2018;2:65–9. Ukrainian. doi: 10.31890/vttp.2018.02.18

5. Ramakant, Sarkar TK, Verma AK, Thakur V, Maurya PK, Gautam S, Varun VK, Deepak D. Clinical significance of blood transfusions in animals: A review. Agric Rev. 2023;R-2638:1–7. doi: 10.18805/ag.R-2638

6. Ivanov IT, Paarvanova BK. Effect of Permeant Cryoprotectants on Membrane Skeleton of Erythrocytes. Problems of Cryobiology and Cryomedicine. 2019:29(3):237–45. doi: 10.15407/cryo29.03.237

7. Hu Y, Liu X, Ekpo MD, Chen J, Chen X, Zhang W, Zhao R, Xie J, He Y, Tan S. Dimethylglycine can enhance the cryopreservation of red blood cells by reducing ice formation and oxidative damage. Int J Mol Sci. 2023;24(7):6696. doi: 10.3390/ijms24076696

8. Klbik I, Čechová K, Milovská S, Rusnák J, Vlasáč J, Melicherčík M, Mat'ko I, Lakota J, Šauša O. Cryoprotective mechanism of DMSO induced by the inhibitory effect on eutectic NaCl crystallization. J Phys Chem Lett. 2022;13(48):11153−9. doi: 10.1021/ acs.jpclett.2c03003

9. Kovalenko GV, Kovalenko IF, Linnik TP. [The mechanism of DMSO, glycerol and ethylene glycol transport across rat and rabbit erythrocyte membranes]. J Karazin Kharkiv Nat Univer Ser Biol. 2009;878(10):109–16. Ukrainian

10. Zhegunov GF, Denisova ON. [Permeability of mammalian erythrocytes for the molecules of glycerol and DMSO and the level of cellular viability after freezing-thawing]. Rep NAS Ukr. 2010;12:139–43. Ukrainian

11. Gironi B, Kahveci Z, McGill B, Lechner BD, Sassi P, Petrov PG et al. Effect of DMSO on the Mechanical and Structural Properties of Model and Biological Membranes. Biophysical Journal. 2020;119(2):274–86. doi: 10.1016/j.bpj.2020.05.037

12. Nipot OE, Ershova N A, Fedosova SM., Chabanenko OO., Ershov SS., Shpakova NM. Study of the characteristics of cryopreservation of rabbit and canine erythrocytes using the cryoprotectant DMSO. Biol Tvarin. 2025;27(2):3–6. Ukrainian. doi: 10.15407/animbiol27.02.003

13. Pogozhykh D, Pakhomova Y, Pervushina O, Hofmann N, Glasmacher B, Zhegunov G. Exploring the possibility of cryopreservation of feline and canine erythrocytes by rapid freezing with penetrating and non-penetrating cryoprotectants. PLoS One. 2017;12(1):e0169689. doi: 10.1371/journal.pone.0169689

14. Ulizko P, Bobrova O, Nardid O, Vodopyanova L, Repina S. New cryoprotective media for cryopreservation of mammal erythrocytes. Trakia J Sci. 2019;4:303–7. doi: 10.15547/tjs.2019.04.001

Ніпот О.Є., Єршова Н.А., Єршов С.С., Чабаненко О.О., Шпакова Н.М. Вплив кріоконсервуючих речовин диметилсульфоксиду та сахарози на еритроцити кролика: морфологічний аспект.

РЕФЕРАТ. Актуальність. Роботи з еритроцитами показують, що ефективність кріоконсервації істотно залежить від концентрації та виду кріопротекторів та режиму заморожування. Особливий інтерес представляє використання комбінації проникаючого кріопротекторів, серед яких найбільш розповсюдженим є ДМСО та непроникних сполук, таких як сахароза. При цьому механізми взаємодії ДМСО та сахарози з мембраною еритроциту, особливо з погляду зміни морфології клітини, залишаються вивченими значно менше, ніж показники гемолізу та осмотичної стійкості. **Мета**. Дослідити морфологічні зміни в еритроцитах кролика під впливом кріопротекторів ДМСО, сахарози та їх суміші. **Методи**. Еритроцити кролика інкубували у кріозахисних середовищах із різним вмістом ДМСО та сахарози. Морфологічний стан клітин оцінювали до кріоконсервації, а ефективність кріозахисту — за рівнем гемолізу після заморожування-відтавання. **Результати.** Результати морфологічних досліджень показали, що у розчинах ДМСО превалювала ехіноцитарна форма. При цьому можна було спостерігати візуально менший об’єм клітин при концентрації ДМСО 10%, а також окремі клітини зі значно збільшеним об’ємом, що на нашу думку є ознакою порушення проникності внаслідок пошкодження мембрани еритроцита. При додаванні сахарози основна маса клітин була стоматоцитами. Щодо збереженості клітин після кріоконсервування, спостерігалося значне зростання захисної функції кріопротекторних розчинів при збільшенні концентрації диметилсульфоксиду. Додавання сахарози не вело до змін у рівні гемолітичного пошкодження після заморожування-відтавання та видалення кріопротектора. Отримані дані дозволяють припустити, зміну форми еритроцитів провокує не безпосередньо сахароза, а диметилсульфоксид у присутності сахарози. Привнесення додаткового фактору ймовірно змінює взаємодію проникного кріопротектора з мембраною, що впливає на низку властивостей і поведінку мембрани. Однак це практично не впливає на рівень пошкодження еритроцитів при заморожуванні-відтаванні, що дозволяє виділити певні властивості ДМСО як найбільш значущі при кріоконсервації, а саме, можна припустити, що взаємодія кріопротектора з мембраною і зміна форми клітин не є визначальною в даних умовах кріоконсервування, а головним є здатність ДМСО до проникнення до внутрішньоклітинного простору та підвищення в’язкості цитоплазми для запобігання утворенню кристалічних форм і механічного пошкодження мембрани. Це підтверджується суттєвим зниженням гемолізу при підвищенні концентрації ДМСО. **Підсумок**. Морфологічні зміни еритроцитів до кріоконсервації не є прямим показником їх подальшої збереженності в досліджених умовах. Зміна форми клітин, імовірно, відображає модифікацію мембранних властивостей під впливом ДМСО та сахарози, але не визначає ефективність кріозахисту. Отримані результати підтверджують доцільність комплексної оцінки морфологічних і функціональних показників під час розробки кріозахисних середовищ.

Ключові слова: еритроцити кроля, диметилсульфоксид, сахароза, морфологія, кріоконсервування.

Внески авторів:
Ніпот О.Є. – дослідження; написання; редагування.
Єршова Н.А. – збір і валідація даних.
Єршов С.С. – збір і валідація даних.
Чабаненко О.О. – методологія, візуалізація.
Шпакова Н.М. – концептуалізація; адміністрування.