

## АНТИБАКТЕРІАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ФАГОЦИТОЗУ ТА АДГЕЗИВНІСТЬ ЕРИТРОЦИТІВ КАЧКИ ДО БАКТЕРІЙ

Кісіль Дмитро Олександрович

доктор філософії, викладач  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-3088-951X  
dima\_kisill@meta.ua

Відомо що у просвіті кровоносних судин знаходиться велика кількість формених елементів крові, а саме еритроцитів, що становить приблизно 95% від загальної кількості клітин крові. Еритроцити – красні за кольором кров'яні тільця або відомі як червонокривці. Вони представляють із себе рухомі, диференційовані клітини крові в більшості в хребетних та деяких безхребетних тварин. Відомо що у еритроцити в процесі розвитку втратили цитоплазматичні органели та ядро. В результаті чого пристосувалися до виконання фактично тільки однієї функції, власне дихальної. Виконується завдяки присутності в них пігменту дихання який називається гемоглобін. Тобто відомо що еритроцити є без'ядерними клітинами крові червоного кольору, яких функція полягає у власне транспортування кисню.

Хоч нам вже і відомо, що основна функція еритроцитів полягає в транспортуванні кисню по життєвоважливим органам, останні дослідження показали, що еритроцити ссавців також беруть участь в імунній відповіді при бактеріальних інфекціях варин. Однак, імунні механізми, що використовуються еритроцитами птахів, ще повноцінно не ясні. Тому ми продемонстрували, що еритроцити домашніх качок (*Anas platyrhynchos domesticus*) мають здатність до фагоцитозу, а також проявляють антибактеріальну активність. Фагоцитоз (з грецької означає як «пожирач») виконує функцію активного захоплення та поглинання таких об'єктів як фрагменти клітин, бактерії та інших твердих частинок одноклітинними організмами.

Спочатку було встановлену фагоцитозну та адгезивну активність пташиних еритроцитів за допомогою електронного растрового мікроскопа сканувальної дії. Адгезія як нам відомо, з латинської – прилипання або зчеплення різних рідких або твердих форм. За допомогою низьких результати було доведено, що еритроцити качок мали широкий діапазон фагоцитарної та адгезивної активності при контамінації різними бактеріями. Після цього статистичні дані додатково дослідили та встановили, що еритроцити качок містять здатність виробити активні форми кисню (ROS) та індукованого синтезу оксиду азоту (iNOS) у відповідь на бактеріальну стимуляцію. І в результаті було також виявлено, що у пташиних еритроцитах реєструвалась досить потужна антибактеріальна активність проти всіх трьох бактерій, в цей час стимуляція двох видів бактерій значно посилювала експресію факторів запалення та збільшила вироблення антиоксидантних ферментів для захисту клітин від окисного пошкодження.

**Ключеві слова:** качка, еритроцит, мікроскоп, бактерія, адгезія, кров, фагоцитоз.

DOI <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2022.4.5>

**Вступ.** Відомо, що як водоплавна та рослиноїдна птиця, м'ясо та ообливо яйця домашньої качки багаті поживними речовинами, мають унікальний смак та швидкі у вирощуванні. Качок вирощують фактично по всьому світі, через економічне значення в їх м'ясі, яєць і пухового пера. Річне світове споживання качиноного м'яса становить близько 2,5 мільйона тонн. Качки відіграють важливу роль у сільськогосподарській економіці в світі. Така країна як Китай є одна з найбільших країн у світі в якій розводять качок, фактично до 90 % світового вирощування качок. В Україні в цей час вирощуються більше 10 порід м'ясних качок. За останній час, попит на яйця та м'ясо стрімко збільшився, масштаби та щільність поголів'я худоби у всьому світі також швидко зростають. Відповідно, кількість бактерій також збільшується. Забруднення навколишнього середовища яке спричинене високою щільністю домашніх птахів, що ставить під загрозу здоров'я тварин та імунну відповідь, кожен рік є причиною серйозних економічних втрат. Попередні дослідження показали, що основні бактеріальні патогени домашньої птиці включають патогенну для птиці *Pasteurella multocida*, *Escherichia coli*,

та *Staphylococcus aureus* представляють себе як дуже небезпечні збудники, оскільки вони значною мірою обмежують здоровий розвиток птахів. Тому велике наукове значення має вивчення механізмів профілактики та боротьби з бактеріальними інфекційними хворобами в популяціях качок.

Еритроцити добре відомі своєю основною функцією газообміну під час дихання. Однак останні дослідження показали, що еритроцити також беруть участь в імунній регуляції організму і можуть виступати як імунологічна клітина та прилипати до патогенів що вторглися і власне вбивати їх. Порівняно зі ссавцями еритроцити інших тварин мають ядро та органели, які дозволяють здійснювати складні клітинні процеси, такі як експресія генів і синтез білка. Попередні дослідження показали, що еритроцити ссавців відіграють роль у регуляції факторів запалення, таких як фактор некрозу пухлини- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) та інтерлейкін-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ) у присутності ліпополісахариду (LPS). Після LPS або бактеріального стресу гемоглобін еритроцитів людини вивільняє вільні радикали, які запускають виробництво антибактеріальних активних форм кисню (ROS), які впливають на патогенні

фактори, а саме руйнують їх клітинні стінки та клітинні мембрани. Повідомлялося, що еритроцити ссавців відіграють регуляторну роль у вродженій імунній відповіді, а еритроцити CD71<sup>+</sup> з імуносупресивними функціями виявлені у людей і мишей. Дані еритроцити виконують імуносупресивну функцію через аргіназу-2 у мишей. Недавнє дослідження виявило та повідомило, що еритроцити райдужної форелі можуть реагувати на грибову інфекцію господаря відповідною імунною відповіддю, а також можуть фагоцитувати патогени, а також представляти його макрофагам. Крім того, було повідомлено, що еритроцити білого амура (*Stenophyngodon idella*) були здатні до фагоцитозу та виступали в ролі антибактеріальних клітин, оскільки вони могли вбивати бактерії через вироблення (ROS). У птахів попереднє дослідження показало, що макрофаги та тромбоцити відіграють роль спільного очищення в запобіганні подальшому поширенню *S. aureus* в організмі. Попереднє дослідження показало, що ген ядерного фактора транскрипції курячих еритроцитів відіграє важливу роль у запальній відповіді після інфікування вірусом низькопатогенного пташиного грипу (LPAIV H9N2), що вказує на те, що курячі еритроцити беруть участь в імунній відповіді організму. Тим часом було також виявлено, що курячі еритроцити беруть участь в імунній відповіді організму проти вірусу після зараження курей вірусом хвороби Марека (MDV). Проте інформації про потенційні антимікробні механізми пташиних еритроцитів все ще набагато менше. Добре відомо, що ROS відіграє життєво важливу роль в антибактеріальній відповіді, яка регулюється сімейством NOX (підрозрядок окисного стресу), що включає NOX1-5, DUOX1 і DUOX2. Активовані цитоплазматичні білки можуть утворювати комплекси з мембранними білками всередині клітинної мембрани для генерації (ROS), які вбивають патогени.

У цьому дослідженні відібрані еритроцити качки як експериментальний об'єкт для дослідження функціональної ролі та потенційних антибактеріальних чинників качиних еритроцитів. Використовували скануючий електронний мікроскоп для вивчення ролі еритроцитів качки та їх антимікробних чинників проти антигенів різної етіології.

**Матеріали і методи досліджень.** Качка (*Anas platyrhynchos domesticus*) була придбана на фермі міста Золочів Харківської області. Для дослідження відбирали 12-тижневі каченята. Качки утримувались в умовах природного освітлення та температури. щонайменше Годували кобикормами відповідно до рекомендованих стандартів харчування для птиці. Корм і воду попередньо стерилізували. Усі експериментальні дослідження проводилися відповідно до рекомендацій з біоетики щодо дослідження на лабораторних тваринах.

Гусячі еритроцити виділяли та очищали згідно процедурою з незначною модифікацією. Зразки крові відбирали з вени крила за допомогою ін'єкційних шприців та змішували з 0,9% забуференим фізіологічним розчином, 0,9 г NaCl в 100 мл H<sub>2</sub>O, що містить гепарин натрію (0,1 мг/мл). Після промивання 0,9% забуференим фізіологічним розчином шляхом центрифугування, клітинну

суспензію наносили на градієнт щільності 34% Percoll – інструмент для більш ефективного поділу щільності в біохімії (Він використовується для виділення клітин, органел та вірусів методом центрифугування щільності).

Центрифугували при 500 об/хв протягом 30 хвилин притримуючись температурного режиму в межах 4°C. Після видалення плазми та лейкоцитів, гранули еритроцитів збирали. Тричі промивали та ресуспендували в 0,9% забуференому фізіологічному розчині. Використовували 5% розчин трипанового синього, щоб переконатися, що життєздатність клітин більше ніж 95%. Виділені еритроцити культивували в середовищі триптоп – соєвий агар, який складається з триптичний гідролізат казеїну сухий (ТГК), панкреатичний гідролізат казеїну (ПГК), соєвий пептон, натрій хлористий, вуглекислий натрій, агар бактеріологічний. Культивування проводили з метою підтвердження контамінації збудниками хвороби.

Відцентрифуговані еритроцити качок у співвідношенні  $1 \times 10^6$  клітин/мл, інкубували при 37 °C протягом 1 години, 2 годин і 4 годин і фіксували в 2,5% глутаровому альдегіді притримуючись температури 4°C з експозицією в 2 годин та фіксуванням в спиртових розчинах різної концентрації та додавання буферного розчину фосфорнокислого натрію (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>). Зображення скануючого електронного мікроскопа SELMI використовували для спостереження за фагоцитарною активністю еритроцитів качок. Збільшувальна можливість скануючого електронного мікроскопа становила до 25 k.

Далі досліджували антимікробну активність еритроцитів, яке було виконано за описаною попередніми дослідниками методикою з незначними модифікаціями. Коротко кажучи, кожен 1 мл еритроцитів проводили контамінацію з збудниками *S. Aureus*, *A. hydrophila* та *E. coli* при 37 °C з експозицією в 1 год, 2 год, 4 год. Після чого у контамінованих інкубованих клітин відмічався ріст культур. Розбавляли зразки стерильним фізіологічним розчином, та вносили на чашки Петрі з поживним середовищем та інкубували протягом доби в термостаті при 37°C. Антибактеріальну активність еритроцитів визначали, спостерігаючи за різницею кількості росту бактеріальних колоній на чашках Петрі з агаром в порівнянні з контрольною групою в яку не проводили контамінацію.

**Результати досліджень.** Попередньо встановили позитивний ріст колоній збудників *S. aureus*, *A. hydrophila* та *E. coli* на агарі поживного середовища в чашках Петрі, які спостерігалися в вигляді напівпрозорих крапель. Після чого було досліджено власне фагоцитоз та адгезивну активність еритроцитів до збудників. При дослідженні фагоцитозу та адгезивної активності гусячих еритроцитів щодо бактерій нами було інкубовано еритроцити качки з *S. aureus*, *A. hydrophila* та *E. coli* протягом 1 год, 2 год і 4 год.

За даними дослідження, активність фагоцитозу та адгезії збудників за одну годину бачимо, що *S. Aureus* рееструвався на рівні 14,6%, що характеризувало його стрімкому підвищенню. *A. Hydrophilla* відмічали на відмітці 5,3%, це характеризувало повільної адгезії, в той час коли *E. Coli* за одну годину рееструвалась на максимальному рівні 15,1% що в свою чергу характеризувало

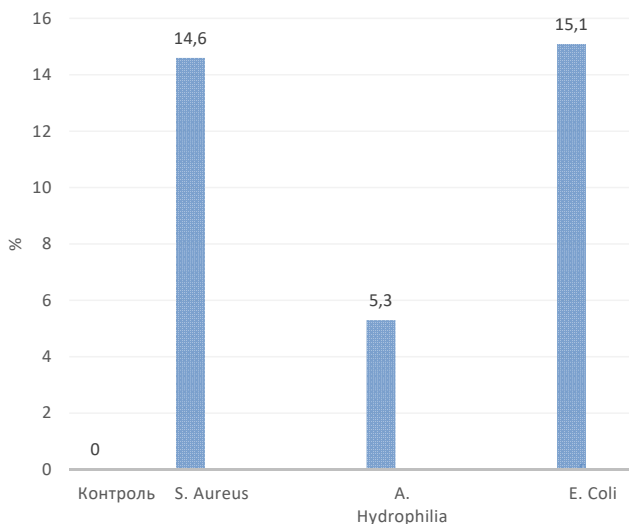


Рис. 1. Швидкість адгезії збудників за 1 годину

про швидке підвищення адгезії. В той час коли контроль реєструвався на відмітці 0%.

За даними 2-х годинної експозиції, відмічено, що *S. Aureus* поступово збільшувався і становив 15,2%. *A. Hydrophila* через дві години становила 10,1%, а *E. Coli* реєструвалась на рівні 24,9%. Контроль після двох год становив 0.

Після 4-х годинної витриманої контамінації, відмічено, що *S. Aureus* досяг максимальної відмітки і становив на рівні 39,7%. *A. Hydrophila* через чотири години становила 14,8%. Відмітимо, що *E. Coli* зменшувалась в показниках і реєструвалась на рівні 18,9%. Контроль як і раніше становив 0%.

**Обговорення.** Фагоцитоз був відкритий у 1882 році, і це важливий ключовий процес, що виконується фагоцитами, який видаляє патогени. Здатність до фагоцитозу великих чужорідних тіл або інвазивних мікроорганізмів може захистити організм від сторонніх патогенних мікроорганізмів і шкідливих частинок. Фагоцити поділяються на спеціалізовані фагоцити (макрофаги, нейтрофіли та дендритні клітини) і неспеціалізовані фагоцити (фібробласти та ендотеліальні клітини). Фагоцити є

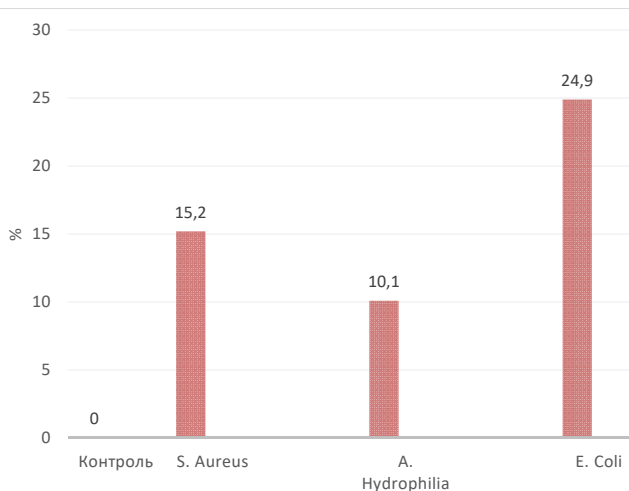


Рис. 2. Швидкість адгезії збудників за 2 години

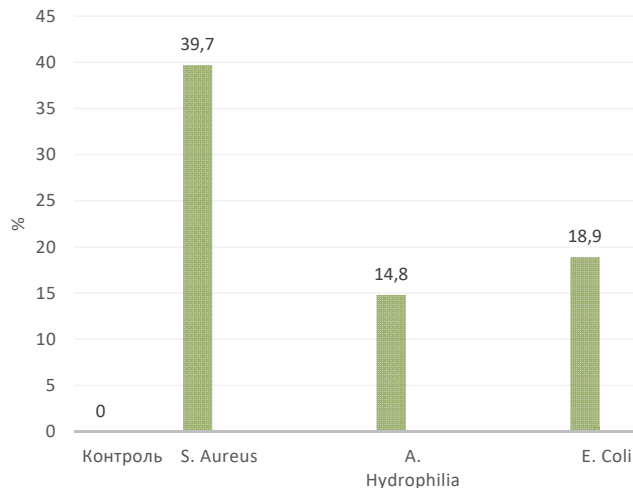


Рис. 3. Швидкість адгезії збудників за 4 години

важливим компонентом природної імунної відповіді та є основною лінією захисту хазяїна від контамінації патогенами. Цікаво, що Нельсон у 1953 році спостерігав, що еритроцити людини беруть участь у природній імунній відповіді організму та відіграють роль імунної адгезії, що свідчить про те, що еритроцити також можуть мати функцію, подібну до функції фагоцитів. Еритроцити виконують імунні комплекси, виконують процес адгезії бактерії та доставляють їх до професійних антиген-презентуючих клітин у селезінці. Таким чином, окрім лейкоцитів у крові, еритроцити також відіграють бактерицидну роль та є незамінним компонентом імунної системи організму.

У даному експериментальному дослідженні було встановлено потенційний механізм і антимікробну активність пташиних еритроцитів. Згідно з результатами витриманої контамінації, спостерігався відносно високий фагоцитоз. Ці результати свідчать про те, що гусячі еритроцити брали участь у відносно стабільному фагоцитозі частинок розміром 0,1–1,0 мкм. Ефективність фагоцитозу, ймовірно, пов'язана з саме вибором частинок (бактерії або спори), які підлягають фагоцитозу, температура і час інкубації, такі ж, як у лімфоцитів і макрофагів. Тому, нами було вирішено дослідити фагоцитарну активність еритроцитів качки з використанням трьох видів бактерій, і результати експозиції показали, що пташині еритроцити мають велику фагоцитарну активність проти мікроорганізмів. Ці висновки були подібні до дослідження еритроцитів айдужної форелі, які в свою чергу можуть функцію адгезії та фагоцитувати *Candida albicans*.

**Висновки.** Таким чином, у даному дослідженні нами було чітко виявлено імунну адгезію та фагоцитоз еритроцитів качок проти патогенних бактерій. Було виявлено, що пташині еритроцити беруть участь в імунній регуляції організму і володіють певною антимікробною активністю, вбиваючи бактерії, виробляючи потужні активні форми кисню в клітинах. Дані результати свідчать про участь пташиних еритроцитів у вродженому імунитеті організму та дають нове розуміння механізму дії, що визначає антимікробну активність пташиних еритроцитів.

### Бібліографічні посилання:

1. Balcerczyk, A., Soszynski, M., Rybaczek, D., Przygodzki, T., Karowicz-Bilinska, A., Maszewski, J., & Bartosz, G. (2005). Induction of apoptosis and modulation of production of reactive oxygen species in human endothelial cells by diphenyleiiodonium. *Biochemical pharmacology*, 69(8), 1263–1273.
2. Baum, J., Ward, R. H., & Conway, D. J. (2002). Natural selection on the erythrocyte surface. *Molecular biology and evolution*, 19(3), 223–229.
3. Bedard, K., & Krause, K. H. (2007). The NOX family of ROS-generating NADPH oxidases: physiology and pathophysiology. *Physiological reviews*, 87(1), 245–313.
4. Braun, V., & Niedergang, F. (2006). Linking exocytosis and endocytosis during phagocytosis. *Biology of the Cell*, 98(3), 195–201.
5. Edberg, J. C., Wright, E., & Taylor, R. P. (1987). Quantitative analyses of the binding of soluble complement-fixing antibody/dsDNA immune complexes to CR1 on human red blood cells. *The Journal of Immunology*, 139(11), 3739–3747.
6. Fonseca, A. M., Pereira, C. F., Porto, G., & Arosa, F. A. (2003). Red blood cells promote survival and cell cycle progression of human peripheral blood T cells independently of CD58/LFA-3 and heme compounds. *Cellular immunology*, 224(1), 17–28.
7. Herwald, H., & Egesten, A. (2014). The Janus face of macrophages in immunity. *Journal of Innate Immunity*, 6(6), 713.
8. Jahejo, A. R., Bukhari, S. A. R., Jia, F. J., Raza, S. H. A., Shah, M. A., Rajput, N., ... & Han, L. X. (2020). Integration of gene expression profile data to screen and verify immune-related genes of chicken erythrocytes involved in Marek's disease virus. *Microbial Pathogenesis*, 148, 104454.
9. Khan, A., Jahejo, A. R., Qiao, M. L., Han, X. Y., Cheng, Q. Q., Mangi, R. A., ... & Tian, W. X. (2021). NF- $\kappa$ B pathway genes expression in chicken erythrocytes infected with avian influenza virus subtype H9N2. *British Poultry Science*, 62(5), 666–671.
10. Klei, T. R., Meinderts, S. M., van den Berg, T. K., & van Bruggen, R. (2017). From the cradle to the grave: the role of macrophages in erythropoiesis and erythrophagocytosis. *Frontiers in immunology*, 8, 73.
11. Klionsky, D. J., Abdelmohsen, K., Abe, A., Abedin, M. J., Abeliovich, H., Adachi, H., ... & Bertolotti, A. (2016). Guidelines for the use and interpretation of assays for monitoring autophagy. *Autophagy*.
12. Kosecka-Strojek, M., Trzeciak, J., Homa, J., Trzeciak, K., Władyka, B., Trela, M., ... & Lis, M. W. (2021). Effect of *Staphylococcus aureus* infection on the heat stress protein 70 (HSP70) level in chicken embryo tissues. *Poultry Science*, 100(6), 101119.
13. Laskin, D. L., Sunil, V. R., Gardner, C. R., & Laskin, J. D. (2011). Macrophages and tissue injury: agents of defense or destruction?. *Annual review of pharmacology and toxicology*, 51, 267.
14. Lewandowska-Sabat, A. M., Hansen, S. F., Solberg, T. R., Østerås, O., Heringstad, B., Boysen, P., & Olsaker, I. (2018). MicroRNA expression profiles of bovine monocyte-derived macrophages infected in vitro with two strains of *Streptococcus agalactiae*. *BMC genomics*, 19(1), 1–15.
15. Li, J., Barreda, D. R., Zhang, Y. A., Boshra, H., Gelman, A. E., LaPatra, S., ... & Sunyer, J. O. (2006). B lymphocytes from early vertebrates have potent phagocytic and microbicidal abilities. *Nature immunology*, 7(10), 1116–1124.
16. Li, Y. Q., Sun, L., & Li, J. (2018). Internalization of large particles by turbot (*Scophthalmus maximus*) IgM+ B cells mainly depends on macropinocytosis. *Developmental & Comparative Immunology*, 82, 31–38.
17. Li, Y. Q., Sun, L., & Li, J. (2019). Macropinocytosis-dependent endocytosis of Japanese flounder IgM+ B cells and its regulation by CD22. *Fish & shellfish immunology*, 84, 138–147.
18. Liu, L., Zhou, Y., Zhao, X., Wang, H., Wang, L., Yuan, G., ... & Lin, L. (2014). Oligochitosan stimulated phagocytic activity of macrophages from blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) associated with respiratory burst coupled with nitric oxide production. *Developmental & Comparative Immunology*, 47(1), 17–24.
19. Lu, Z., Yang, G., Qin, Z., Shen, H., Zhang, M., Shi, F., ... & Lin, L. (2020). Glutamate related osmoregulation of guanine nucleotide-binding protein G (I)  $\alpha$ 2 from giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) during molting and salinity stress. *Aquaculture*, 521, 735000.
20. Mastroeni, P., Vazquez-Torres, A., Fang, F. C., Xu, Y., Khan, S., Hormaeche, C. E., & Dougan, G. (2000). Antimicrobial actions of the NADPH phagocyte oxidase and inducible nitric oxide synthase in experimental salmonellosis. II. Effects on microbial proliferation and host survival in vivo. *The Journal of experimental medicine*, 192(2), 237–248.
21. Michiels, C., Raes, M., Toussaint, O., & Remacle, J. (1994). Importance of Se-glutathione peroxidase, catalase, and Cu/Zn-SOD for cell survival against oxidative stress. *Free radical Biology and medicine*, 17(3), 235–248.
22. Minakami, R., & Sumimoto, H. (2006). Phagocytosis-coupled activation of the superoxide-producing phagocyte oxidase, a member of the NADPH oxidase (nox) family. *International journal of hematology*, 84(3), 193–198.
23. Minasyan, H. (2014). Erythrocyte and blood antibacterial defense. *European Journal of Microbiology and Immunology*, 4(2), 138–143.
24. Minasyan, H. (2016). Mechanisms and pathways for the clearance of bacteria from blood circulation in health and disease. *Pathophysiology*, 23(2), 61–66.
25. Øverland, H. S., Pettersen, E. F., Rønneseth, A., & Wergeland, H. I. (2010). Phagocytosis by B-cells and neutrophils in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Fish & shellfish immunology*, 28(1), 193–204.
26. Passantino, L., Altamura, M., Cianciotta, A., Patruno, R., Tafaro, A., Jirillo, E., & Passantino, G. F. (2002). Fish immunology. I. Binding and engulfment of *Candida albicans* by erythrocytes of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Immunopharmacology and immunotoxicology*, 24(4), 665–678.
27. Porto, B., Fonseca, A. M., Godinho, I., Arosa, F. A., & Porto, G. (2001). Human red blood cells have an enhancing effect on the relative expansion of CD8+ T lymphocytes in vitro. *Cell Proliferation*, 34(6), 359–367.

28. Qin, Z., Vijayaraman, S. B., Lin, H., Dai, Y., Zhao, L., Xie, J., ... & Lin, L. (2019). Antibacterial activity of erythrocyte from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) is associated with phagocytosis and reactive oxygen species generation. *Fish & Shellfish Immunology*, 92, 331–340.
29. Rønneseth, A., Ghebretnsae, D. B., Wergeland, H. I., & Haugland, G. T. (2015). Functional characterization of IgM+ B cells and adaptive immunity in lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.). *Developmental & Comparative Immunology*, 52(2), 132–143.
30. Rønneseth, A., Wergeland, H. I., & Pettersen, E. F. (2007). Neutrophils and B-cells in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Fish & shellfish immunology*, 23(3), 493–503.
31. Rossi, F., & Zatti, M. (1964). Biochemical aspects of phagocytosis in poly-morphonuclear leucocytes. NADH and NADPH oxidation by the granules of resting and phagocytizing cells. *Experientia*, 20(1), 21–23.
32. Schmittgen, T. D., & Livak, K. J. (2008). Analyzing real-time PCR data by the comparative CT method. *Nature protocols*, 3(6), 1101–1108.
33. Secombes, C. J. (1996). The nonspecific immune system: cellular defenses. *The fish immune system: organism, pathogen and environment*, 15, 63–103.
34. Takeuchi, O., & Akira, S. (2001). Toll-like receptors; their physiological role and signal transduction system. *International immunopharmacology*, 1(4), 625–635.
35. Thuvander, A., Norrgren, L., & Fossum, C. (1987). Phagocytic cells in blood from rainbow trout, *Salmo gairdneri* (Richardson), characterized by flow cytometry and electron microscopy. *Journal of Fish Biology*, 31(2), 197–208.
36. Von Mering, C., Jensen, L. J., Kuhn, M., Chaffron, S., Doerks, T., Krüger, B., ... & Bork, P. (2007). STRING 7-recent developments in the integration and prediction of protein interactions. *Nucleic acids research*, 35(suppl\_1), D358-D362.
37. Zhang, D. L., Ghosh, M. C., Ollivierre, H., Li, Y., & Rouault, T. A. (2018). Ferroportin deficiency in erythroid cells causes serum iron deficiency and promotes hemolysis due to oxidative stress. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, 132(19), 2078–2087.

**Kisil D. O.**, PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Antibacterial activity of phagocytosis of domestic duck erythrocytes**

It is known that in the lumen of blood vessels there is a large number of blood-forming elements, namely erythrocytes, which make up approximately 95% of the total number of blood cells. Erythrocytes are red blood cells or known as red blood cells. They are motile, differentiated blood cells in most vertebrates and some invertebrates. It is known that erythrocytes lose their cytoplasmic organelles and nucleus in the process of development. As a result, they adapted to perform actually only one function, actually respiratory. It is performed due to the presence in them of a breathing pigment called hemoglobin. That is, it is known that erythrocytes are anucleated red blood cells whose function is to transport oxygen.

Although we already know that the main function of erythrocytes is to transport oxygen to vital organs, recent studies have shown that mammalian erythrocytes also participate in the immune response to bacterial infections in animals. However, the immune mechanisms used by bird erythrocytes are still not fully understood. Therefore, we demonstrated that erythrocytes of domestic ducks (*Anas platyrhynchos domesticus*) have the ability to phagocytosis and also exhibit antibacterial activity. Phagocytosis (from the Greek means "devourer") performs the function of active capture and absorption of such objects as cell fragments, bacteria and other solid particles by unicellular organisms.

First, the phagocytic and adhesive activity of bird erythrocytes was determined using a scanning electron raster microscope. Adhesion, as we know, comes from Latin - adhesion or adhesion of various liquid or solid forms. With the help of low results, it was proved that duck erythrocytes had a wide range of phagocytic and adhesive activity when contaminated with various bacteria. The statistical data were then further investigated and established that duck erythrocytes contain the ability to produce reactive oxygen species (ROS) and inducible nitric oxide synthase (iNOS) in response to bacterial stimulation. And as a result, it was also found that the bird's erythrocytes had a fairly powerful antibacterial activity against all three bacteria, while the stimulation of the two types of bacteria significantly increased the expression of inflammatory factors and increased the production of antioxidant enzymes to protect cells from oxidative damage.

**Key words:** duck, erythrocyte, microscope, bacterium, adhesion, blood, phagocytosis.