

## ВЕТЕРИНАРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИНИЦТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

### VETERINARY SCIENCE, TECHNOLOGIES OF ANIMAL HUSBANDRY AND NATURE MANAGEMENT

ISSN 2617-8346 (Print)  
ISSN 2663-5542 (Online)

doi: 10.31890/vttp.2019.04.10  
<http://ojs.hdzva.edu.ua/>

UDC 619:616.995:636.92

#### Non-specific resistance of the rabbits organism affected by causative pathogen *Treponema cuniculi* and *Eimeria* sp.

Y. V. Duda

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

#### Article info

Received

14.10.2019

Received in revised form

05.11.2019

Accepted

15.11.2019

Dnipro State Agrarian and  
Economic University,  
Dnipro, Ukraine

E-mail:

[dudajulia1976@gmail.com](mailto:dudajulia1976@gmail.com)

**Duda, Y. V. (2019). Non-specific resistance of the rabbits organism affected by causative pathogen *Treponema cuniculi* and *Eimeria* sp. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 4, 50-54, doi: 10.31890/vttp.2019.04.10.**

One of the actual rabbits breeding problem is the reduction of their resistance, which is caused by the spread of invasive diseases, especially associative, which is caused by the *Treponema cuniculi* and *Eimeria* sp. The aim of the work was to establish the effect of spirochetosis and eimeriosis on the indicators of non-specific resistance of the rabbits organism.

The study was conducted on 59 male rabbits aged 3-5 months of the Californian breed, selected by analogy. Animals were divided into two groups: healthy animals (control group) and sick animals (research group). Intensity of invasion was determined by Mac-Master method. It has been established that the level of rabbits invasion by spirochetosis and eimeriosis was, on average,  $1155.17 \pm 184.87$  and  $6668.97 \pm 284.16$  pathogens in 1 g of feces. The definition of phagocytic activity of neutrophils was carried out with the addition of standardized to 200000000/ml suspension of daily culture of *E. coli* 055K59№3912/41. The bactericidal activity of blood serum was determined by Smirnova A.V. and Kuzmina T.A. method with *E. coli* microbial test-culture 055K59№3912/41. The lysozyme activity in blood serum was determined by Nephelometric method using the Dorofachuk V. G. method with microbial test-culture *Micrococcus luteus* ATSS9341. Circulating immune complexes were determined by using polyethylene glycol in borate buffer.

It was found that phagocytic activity in blood of sick animals is lower than in blood of healthy ones by 5.17% ( $p < 0.05$ ). A low indicator of phagocytic activity shows depressed phagocytosis in the organism of animals suffering from spirochetosis and eimeriosis of rabbits.

The phagocytic number in the blood of rabbits of the experimental group was significantly lower by 9.70% ( $p < 0.05$ ), as compared to the control group and correlated with the index of phagocytic activity. The important elements of immunity are indicators of bactericidal and lysozyme activity of blood serum. Low bactericidal activity of serum by 19.95% ( $p < 0.001$ ) and lysozyme activity by 8.34% ( $p < 0.001$ ) in rabbits organism affected by causative pathogens (*Treponema cuniculi* and *Eimeria* sp.) also indicates a weakening of the factors of non-specific natural resistance of the organism.

Analyzing the level of circulating immune complexes, it was found a high levels of medium ( $8,28 \pm 0,53$  vs  $5,93 \pm 0,41$ ) and small CIC ( $8,25 \pm 0,60$  vs  $4,93 \pm 0,59$ ) for associative disease, respectively, by 1.40 ( $p < 0.001$ ) and 1.67 times ( $p < 0.001$ ) against the control. It indicates the inhibition of the immunobiological activity in the organism of rabbits as a result of the compound of specific antibodies with the products of the exchange of helminths.

**Keywords:** phagocytic activity, bactericidal activity, lysozyme activity, Circulating immune complexes, spirochetosis and eimeriosis.

#### Неспецифическая резистентность организма кроликов под влиянием ассоциации возбудителей *Treponema cuniculi* и *Eimeria* sp.

Ю. В. Дуда

Днепро́вский государственный аграрно-экономический университет,  
Днепр, Украина

Одной из актуальных проблем увеличения поголовья кроликов является снижение их резистентности, что обусловлено распространением инвазионных заболеваний, особенно ассоциативных, вызванных *Трепонета сuniculi* и *Eimeria* sp. Цель работы – установить влияние ассоциации спирохет и эймерий на показатели неспецифической резистентности организма кроликов.

Исследование проведено на 59 кроликах-самцах в возрасте 3-5 месяцев калифорнийской породы, отобранных по принципу аналогов. Животные были разделены на две группы: здоровые (контрольная группа) и больные (исследовательская группа). Интенсивность инвазии определяли по методу Мак-Мастера. Установлено, что уровень заражения кроликов спирохетами и эймериями в среднем составил соответственно  $1155,17 \pm 184,87$  возбудителей и  $6668,97 \pm 284,16$  ооцист в 1 г фекалий. Определение фагоцитарной активности нейтрофилов проводилось с добавлением стандартизированной до 2 млрд/мл взвеси суточной культуры *E. coli* 055K59№3912/41. Бактерицидную активность сыворотки крови исследовали методом Смирновой О.В. и Кузьминой Т.А. с микробной тест-культурой *E. coli* 055K59№3912/41. Активность лизоцима в сыворотке крови определяли нефелометрическим методом, используя метод Дорофейчука В. Г., с микробной тест-культурой *Micrococcus luteus* ATSS9341. Циркулирующие иммунные комплексы находили с использованием полиэтиленгликоля в боратном буфере.

Установлено, что в крови больных животных фагоцитарная активность ниже, чем в крови здоровых на 5,17% ( $p < 0,05$ ). Низкий показатель фагоцитарной активности свидетельствует о подавленном фагоцитозе в организме животных, больных спирохетозо-эймериозной болезнью.

Количество фагоцитов в крови кроликов опытной группы было значительно ниже на 9,70% ( $p < 0,05$ ) по сравнению с контрольной группой и коррелировало с показателем фагоцитарной активности. Важными элементами иммунитета являются показатели бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови. Низкая бактерицидная активность на 19,95% ( $p < 0,001$ ) и лизоцимная активность сыворотки крови на 8,34% ( $p < 0,001$ ) в организме кроликов под влиянием ассоциации возбудителей *Трепонета сuniculi* и *Eimeria* sp. указывают на ослабление факторов неспецифической естественной резистентности организма.

Анализируя показатели циркулирующих иммунных комплексов, мы обнаружили высокие уровни средних ( $8,28 \pm 0,53$  против  $5,93 \pm 0,41$ ) и мелких ЦИК ( $8,25 \pm 0,60$  против  $4,93 \pm 0,59$ ) при ассоциативном заболевании соответственно в 1,40 раза ( $p < 0,001$ ) и в 1,67 раза ( $p < 0,001$ ) против контроля. Это свидетельствует об угнетении иммунобиологической активности организма кроликов в результате соединения специфических антител с продуктами обмена гельминтов.

**Ключевые слова:** фагоцитарная активность, лизоцимная активность, бактерицидная активность, ЦИК, спирохетоз и эймериоз.

## Неспецифічна резистентність організму кролів за впливу асоціації збудників *Трепонета сuniculi* та *Eimeria* sp.

Ю. В. Дуда

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Виявлено, що за впливу асоціації збудників *Трепонета сuniculi* та *Eimeria* sp. у крові кролів нижчі фагоцитарна активність на 5,17 % ( $p < 0,05$ ), ФЧ – 9,70% ( $p < 0,05$ ), БАСК – 19,95% ( $p < 0,001$ ) ЛАСК – 8,34% ( $p < 0,001$ ) на фоні високих рівнів середніх в 1,40 рази ( $p < 0,001$ ) та дрібних – 1,67 рази ( $p < 0,001$ ) ЦИК ніж у здорових.

**Ключові слова:** фагоцитарна активність, лизоцимна активність, бактерицидна активність, ЦИК, спирохетоз і еймериоз.

### Вступ

Актуальність теми. У науковій літературі найбільша кількість робіт присвячена моноінфекціям і моноінвазіям (Sidelnikova, Nacheva, & Boborykin, 2016), і тільки в останні два десятиліття дослідники стали приділяти увагу проблемі паразитоценозів, зокрема, вірусно-бактеріальних, бактеріально-протозойно-гельмінтозних і інших асоціацій збудників (Vogach, & Skalchuk, 2018; Haliullina, 2009). Залежно від впливу сочленів паразитоценозу на різні системи організму хазяїна асоціативні хвороби мають більш важкий перебіг у порівнянні з моноінвазіями (Vogach, & Skalchuk, 2018). Тому комплексне вивчення асоціативних хвороб, а саме спирохетозно-еймериозного паразитоценозу, має актуальне науково-практичне значення, так, як це дає можливість проведення своєчасної діагностики асоціативних хвороб кролів та значно прискорить розробку і впровадження ефективних методів боротьби з ним

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Асоціативні хвороби, за даними вчених, мають широке поширення в кролівничих господарствах і завдають вагомих економічних збитків цій галузі (Vogach, & Skalchuk, 2018; Haliullina, 2009; Klyumenko, 2015). Значні

втрати в тваринництві відбуваються від еймериозу, смертність від цієї хвороби у кроликів може досягати 85%. Крім того, хворі тварини істотно відстають у рості і розвитку, а втрата живої маси у них становить 12-30% (Pakandi et al., 2008; Pakandi, Sewald & Drouet-Viard, 2005; Papeschi, Fichi, & Perrucci, 2013). Збудник спирохетозу, здебільшого паразитує на слизовій оболонці статевих шляхів та дистальній частині прямої кишки гризунів, призводить до їх запалення, що триває декілька місяців. Хворі тварини за цей час не придатні для відтворення, що призводить до економічних збитків у господарствах (Duda, 2019; Hougen, Birch-Andersen, Jensen, 1973; Smith, & Pesetsky, 1967).

Імунітет за паразитарних хвороб має ряд особливостей, які обумовлені взаємовідносинами в системі паразит-хазяїн (Gorshkov et al., 2019; Montana, 2019). Схильність тварин до захворювання та характер його перебігу регулюється рівнем природної резистентності (Mage, 2005; Drouet-Viard & Fortun-Lamothe, 2010). Основою імунної системи є фагоцитарні властивості нейтрофілів, бактерицидна активність сироватки крові, імуноглобуліни та Т- і В-лімфоцити (Duda, 2019; Mage, 2005). Унікальність

протипаразитарного імунітету настільки необмежена що, незважаючи на велику кількість досліджень, ще недостатньо знань факторів, що сприяють прояву особливостей імунітету за змішаних паразитарних хворобах кролів. Тому питання впливу асоціації збудників трепонем та еймерій на показники неспецифічної резистентності кролів є актуальним.

**Метою роботи** було встановити вплив асоціації збудників *Treponema cuniculi* та *Eimeria sp.* на показники неспецифічної резистентності організму кролів.

**Завдання дослідження:** визначити фагоцитарну активність, фагоцитарний індекс і фагоцитарне число; дослідити бактерицидну та лізоцимну активності; встановити рівень ЦІК.

### Матеріал і методи досліджень

Робота виконувалась упродовж 2015–2018 рр. Експериментальна частина роботи виконана в ТОВ «Олбест» Дніпропетровської області та ТОВ «Кроликофф Плюс» Черкаської області, в яких використовують кліткове утримання тварин з додержанням всіх зоогігієнічних вимог і збалансованим раціоном годівлі. Лабораторні дослідження проводили в лабораторіях кафедри паразитології та ветсанекспертизи Дніпровського державного агрономічного університету.

Для дослідів були відібрані аналогові групи кролів-самців 3-5 місячного віку каліфорнійської породи. З метою визначення рівня ураженості кролів, їх екскременти досліджували за методом Мак-Мастера. Тварини були поділені на дві групи: контрольні тварини (здорові тварини) та дослідні (хворі тварини).

За результатами проведених досліджень встановлено, що рівень ураження кролів спірохетами і еймеріями склала в середньому, відповідно, 1155,17±184,87 збудників та 6668,97±284,16 ооцист в 1 г фекалій.

Визначення фагоцитарної активності нейтрофілів (Vlizo, Fedoruk, & Ratyuch, 2012) здійснювали з додаванням стандартизованого до 2

млрд/мл навісу добової культури *E. coli* 055K59№3912/41. У кожному мазку підраховували 100 нейтрофілів. В якості показників фагоцитозу визначали фагоцитарну активність за кількістю активних лейкоцитів з 100 підрахованих (%). Фагоцитарний індекс (ФІ) – за кількістю фагоцитованих мікробних тіл, що припадає на один активний нейтрофіл і характеризує поглинаючу здатність фагоцитів. Фагоцитарне число (ФЧ) – кількість фагоцитованих мікробних тіл на 100 підрахованих нейтрофілів.

Бактерицидну активність сироватки крові (БАСК) проводили методом Смірної О.В. та Кузьміної Т. А. (Maslianko, Olesiuk, & Podovskyi, 2001) за відношенням мікробної тест-культури *E.coli* 055K59№3912/41.

Лізоцимну активність сироватки крові (ЛАСК) визначали нефелометричним методом за Дорофейчуком В. Г. (Dorofejchuk, 1968) за відношенням до мікробної тест-культури *Micrococcus luteus* ATCC9341.

Визначення рівня циркулюючих імунних комплексів (ЦІК) проводили методом диференційованої преципітації в 3,5% та 7,0% розчині поліетиленгліколю з молекулярною масою 6000 дальтон (Franci, Amici, Margarit, Merendino, & Piccolella, 1996).

При роботі з тваринами дотримувалися вимог «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, які використовуються в експерименті та інших наукових цілях» (Страсбург, 18.03.1986 р). Статистичну обробку експериментальних результатів для визначення біометричних показників (середні значення та їх похибки, порівняння середніх значень за критерієм Стьюдента) здійснювали з використанням програми Microsoft Excel-16.

### Результати та їх обговорення

За паразитування асоціації збудників *Treponema cuniculi* та *Eimeria sp.* в організмі кролів відбуваються певні зміни показників неспецифічної резистентності (таблиця 1, рис. 1).

Таблиця 1

**Показники фагоцитарної активності нейтрофілів за впливу асоціації збудників *Treponema cuniculi* та *Eimeria sp.* (M ± m)**

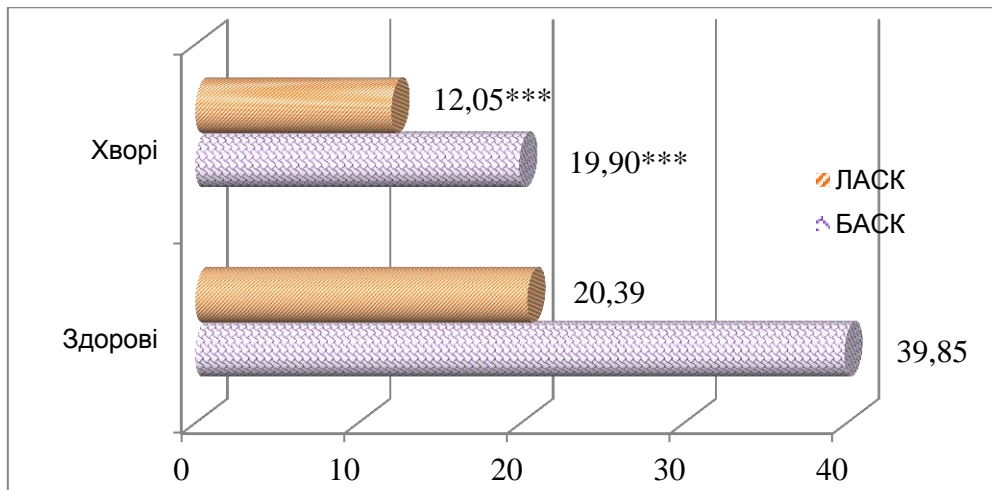
Групи тварин	Фагоцитарна активність, %	ФІ, (од.)	ФЧ, (од.)
Здорові (контроль) n=32	47,84±1,79	8,41±0,20	3,96±0,10
Хворі (дослід) n=27	42,67±1,65*	8,65±0,39	3,61±0,12*

Примітка: \*p<0,05 у порівнянні із здоровими тваринами

Як видно із представлених в таблиці даних, між здоровими та хворими групами тварин виявлені статистично вірогідні відмінності за показниками фагоцитарної активності нейтрофілів. Так, досліджуючи фагоцитарну активність (відсоток клітин, які беруть участь у поглинанні), встановлено, що її значення у досліді нижчі, ніж у контролі на 5,17 % (p<0,05). У той же час фагоцитарний індекс виявляв тенденцію до вищого рівня у крові тварин дослідних груп, але різниця була не достовірною порівняно з контролем та негативно корелювала з рівнем фагоцитарної активності нейтрофілів. Досліджуючи середню кількість фагоцитованих мікробних клітин, які припадають на

один фагоцитоз (фагоцитарне число - ФЧ), у хворих тварин спостерігалось вірогідно низьке значення на 9,70% (p<0,05), у порівнянні з клінічно здоровими. Цей факт може свідчити про функціональну виснаженість нейтрофільних клітин за впливу асоціації збудників *Treponema cuniculi* та *Eimeria sp.* на організм кролів.

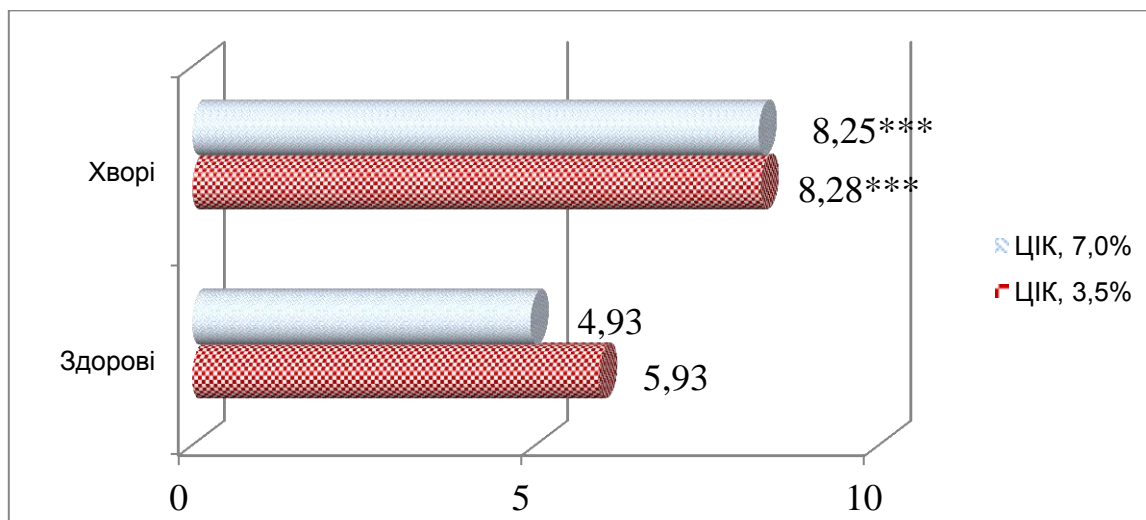
Відомо, що рівень бактерицидної активності сироватки крові є інтегральним показником антимікробної властивості сироватки крові (Garcia, 2010). Низька БАСК на 19,95% (p<0,001) у кролів, хворих на змішану паразитарну хворобу, свідчить про послаблення факторів неспецифічної природної резистентності організму (рис. 1).



Примітка: \*\*\* $p < 0,001$  у порівнянні зі здоровими тваринами  
Рис. 1. БАСК та ЛАСК за впливу асоціації збудників *Treponema cuniculi* та *Eimeria sp.*, %

Важливою ланкою імунітету є показник лізоцимної активності сироватки крові (Nishimura, Nishimura, & Oshima, 1987). За паразитування асоціації збудників *Treponema cuniculi* та *Eimeria sp.* в організмі кролів ЛАСК була меншою на 8,34% ( $p < 0,001$ ), ніж у здорових. Це свідчить про негативний вплив збудників на показники гуморальної ланки неспецифічного захисту організму кролів.

Одним із важливих показників, що характеризує стан гуморальної імунної відповіді організму, є рівень циркулюючих імунних комплексів, які утворюються при безпосередньому з'єднанні антигенів, як екзогенних так і ендогенних, з антитілами (Barnett et al. 1979; Duda, Kuneva, & Shevchik, 2018). Рівень дрібних та середніх ЦІК суттєво різнився у хворих тварин у порівнянні зі здоровими (рис.2).



Примітка: \*\*\* $p < 0,001$ , порівняно із здоровими тваринами  
Рис. 2. Рівень циркулюючих імунних комплексів у кролів за впливу асоціації збудників *Treponema cuniculi* та *Eimeria sp.*, ум.од.

Аналізуючи отримані показники ЦІК, ми встановили високі рівні середніх ( $8,28 \pm 0,53$  проти  $5,93 \pm 0,41$ ) та дрібних ( $8,25 \pm 0,60$  проти  $4,93 \pm 0,59$ ) ЦІК за впливу асоціації спірохет з еймеріями, відповідно в 1,40 рази ( $p < 0,001$ ) та 1,67 рази ( $p < 0,001$ ) проти контролю. Високі рівні ЦІК свідчать про пригнічення імунобіологічної активності організму кролів внаслідок з'єднання специфічних антитіл з продуктами обміну гельмінтів.

### Висновки

1. Виявлено, що у клінічно хворих тварин фагоцитарна активність нижча на 5,17 % ( $p < 0,05$ ), ніж у здорових, при цьому ФЧ у цих кролів вірогідно нижче на 9,70% ( $p < 0,05$ ), у порівнянні з контролем.

- Низькі БАСК та ЛАСК відповідно на 19,95% ( $p < 0,001$ ) та 8,34% ( $p < 0,001$ ) у кролів за впливу асоціації збудників *Treponema cuniculi* та *Eimeria sp.*, свідчать про послаблення факторів неспецифічної природної резистентності організму.
- Встановлено високі рівні середніх та дрібних ЦІК у дослідних тварин відповідно в 1,40 рази ( $p < 0,001$ ) та 1,67 рази ( $p < 0,001$ ) проти аналогічних показників у контрольних тварин. Це вказує на пригнічення імунобіологічної активності організму тварин внаслідок з'єднання специфічних антитіл з продуктами обміну гельмінтів.

*Перспективи подальших досліджень.* Визначення змін рівня імуноглобулінів А, G, М за впливу асоціації спірохет та еймерій.

## References

- Barnett, E. V., Knutson, D. W., Abrass, C. K., Chia, D. S., Young, L. S., & Liebling, M. R. (1979). Circulating Immune Complexes: Their Immunochemistry, Detection, and Importance. *Annals of Internal Medicine*, 91(3), 430. doi:10.7326/0003-4819-91-3-430.
- Bogach, M. V., & Skalchuk, V. V. (2018). Biochemical indicators of blood serum of calves during mixed passing of cryptosporidiosis and eimeriosis. *Veterinary Biotechnology*, 32(2), 46–51. doi:10.31073/vet\_biotech32(2)-04. [in Ukrainian]
- Dorofejchuk, V. G. (1968). *Lizocimnaja aktivnost' syvorotki krovi. Laboratornoe delo*, 1, 28–34 [in Russian]
- Drouet-Viard F., & Fortun-Lamothe, L. (2010). Review: the organisation and functioning of the immune system: particular features of the rabbit. *World Rabbit Science*, 10(1). doi:10.4995/wrs.2002.472.
- Duda, Y. V. (2019). Klitynni imunitet kroliv za vplyvu *Treponema cuniculi*. *Naukovo-tehnichniy biuleten DNDKI veterynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biologii tvaryn NAAN*, 20, № 2, 223-229. doi:10.36359/scivp.2019-20-2.28. [in Ukrainian]
- Duda, Y. V. (2019). Nonspecific reactivity of the rabbits organism when exposed to cysticercosis. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 21(94), 132 – 135. doi: 10.32718/nlvvet9424 [in Ukrainian]
- Duda, Y. V., Kuneva, L. V., & Shevchik, R. S. (2018). Effect of *Treponema cuniculi* on protein metabolism of rabbits. *1st International gap agriculture and livestock congress, abstract*, 439.
- Franci, O., Amici, A., Margarit, R., Merendino, N., & Piccolella, E. (1996). Influence of thermal and dietary stress on immune response of rabbits. *Journal of Animal Science*, 74(7), 1523. doi:10.2527/1996.7471523x
- Garcia, L. (2010). Tests to Assess Bactericidal Activity, p. 89-123. In *Clinical Microbiology Procedures Handbook, 3rd Edition*. ASM Press, Washington, DC. doi: 10.1128/9781555817435.ch5.10.
- Gorshkov, V. Yu., Petrova, O. E., Parfirova, O. I., Islamov, B. R., Gogoleva, N. E., Gubaev, R. F. ... Gogolev, N. E. (2019). "Equilibrium" in the parasite-host system: physiological foundations, molecular players. *IX Congress of Society Physiologists of Plants of Russia "Plant Physiology Is the Basis for Creating Plants of the Future."* doi:10.26907/978-5-00130-204-9-2019-13. [in Russian]
- Haliullina, O. H. (2009). Morfologicheskie i biokhimicheskie izmeneniya v krovi krolivov pri mono- i poliinvazii. *Teorija i praktika parazitarnykh bolezney zhivotnykh*, (10), 406-409. [in Russian]
- Hougen, K. H., Birch-Andersen, A., & Jensen, H.-J. S. (1973). Electron microscopy of *Treponema cuniculi*. *Acta Pathologica Microbiologica Scandinavica Section B Microbiology and Immunology*, 81B(1), 15–26. doi:10.1111/j.1699-0463.1973.tb02182.x.
- Klymenko, O. S. (2015). Poshyrennia parazytoziv kroliv u pryvatnykh hospodarstvakh Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1-2), 109–112. doi:10.31210/visnyk2015.1-2.23. [in Ukrainian]
- Mage, R. G. (2005). Rabbit Immune System. *Encyclopedic Reference of Immunotoxicology*, 2046–2049. doi : 10.1007/3-540-27806-0\_1248.
- Maslianko, R. P., Olesiuk, I. I., & Podovskyi, A. I. (2001). *Metodychni rekomendatsii otsinky ta kontroliu immunnogo statusu tvaryn: vyznachennia faktoriv nespetsyfichnoi rezystentnosti, klitynnykh i humoralnykh mekhanizmiv imunitetu proty infektsiynykh zakhvoriuvan*. Lviv. [in Ukrainian]
- Montina, I. M. (2019). Ecological and biological features of parastasiid in system "parasit - host". *Chronos Journal*, 33(6), 10–14. doi:10.31618/2658-7556-2019-33-6-10-14.
- Nishimura, N., Nishimura, H., & Oshima, H. (1987). Enhancement of renal lysozyme activity in cadmium-treated rabbit. *Sangyo Igaku*, 29(3), 210–211. doi:10.1539/joh1959.29.210.
- Pakandl, M., Hlaskova, L., Poplstein, M., Neveceralova, M., Vodicka, T., Salat, J., & Mucksova, J. (2008). Immune response to rabbit coccidiosis: a comparison between infections with *Eimeria flavescens* and *E. intestinalis*. *Folia Parasitologica*, 55(1), 1–6. doi:10.14411/fp.2008.001.
- Pakandl, M., Sewald, B., & Drouet-Viard, F. (2005). Invasion of the intestinal tract by sporozoites of *Eimeria coecicola* and *Eimeria intestinalis* in naive and immune rabbits. *Parasitology Research*, 98(4), 310–316. doi:10.1007/s00436-005-0071-1.
- Papeschi, C., Fichi, G., & Perrucci, S. (2013). Oocyst excretion pattern of three intestinal *Eimeria* species in female rabbits. *World Rabbit Science*, 21(2). doi:10.4995/wrs.2013.1235.
- Sidelnikova, A., Nacheva, L., & Boborykin, M. (2016). Clinical aspects of acute opisthorchiasis in rabbits in the experiment. *Russian Journal of Parasitology*, 3(3), 374–379. doi:10.12737/21661. [in Russian]
- Smith, J. L., & Pesetsky, B. R. (1967). The current status of *Treponema cuniculi*. Review of the literature. *Sexually Transmitted Infections*, 43(2), 117–127. doi:10.1136/sti.43.2.117.
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biologii, tvarynnytsvtvi ta veterynarii medytsyni*. Dovidnyk. Lviv. SPOLOM. [in Ukrainian]