

Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print

ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet10819

<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.98:579.869.1

## The effect of the causative agent of listeriosis on the body of broiler chickens under experimental conditions

I. V. Borovyk<sup>1</sup>, N. M. Zazharska<sup>1✉</sup>, T. I. Fotina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

<sup>2</sup>Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

### Article info

Received 05.10.2022

Received in revised form

07.11.2022

Accepted 08.11.2022

Dnipro State Agrarian and  
Economic University,  
Yefremov Str., 25, Dnipro,  
49027, Ukraine.  
Tel.: +38-050-662-90-52  
E-mail: zazharskayan@gmail.com

Sumy National Agrarian University,  
Gerasim Kondratieva Str. 160,  
Sumy 40000, Ukraine.

**Borovyk, I. V., Zazharska, N. M., & Fotina, T. I. (2022). The effect of the causative agent of listeriosis on the body of broiler chickens under experimental conditions. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(108), 130–136. doi: 10.32718/nvlvet10819**

Ross Cobb 500 chickens (40) were divided into four groups of 10 animals. On the 15th day of life, Chickens from experimental groups were orally infected with a daily culture at a dose of 0.5 Mac Farland-1 ml ( $1.5 \times 10^8$  CFU/cm<sup>3</sup>) *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes*. One group was a control group. At the time of slaughter, on the 38th day of the chickens' life, blood samples were taken for biochemical and hematological studies. At the end of the experiment, in the control group of chickens, all animals (10) were alive; in the *L. innocua*, *L. ivanovii*, and *L. monocytogenes* groups, 8, 9, and 7 birds remained, respectively. Infection of poultry with the causative agent of listeriosis did not affect the weight of experimental broiler chickens; the average weight of infected animals was almost at the same level as the control group: *L. monocytogenes* ( $2278.5 \pm 169.6$  g), *L. ivanovii* ( $2422.8 \pm 63.4$  g), *L. innocua* ( $2358.0 \pm 68.9$  g), control group ( $2320.0 \pm 70.8$  g). Among the biochemical indicators of the blood of broiler chickens, specific biochemical changes were found, which were characterized, first of all, by an increase in the level of creatinine and the ratio of Ca and P and a decrease in the activity of alkaline phosphatase. The established changes may indicate a violation of metabolic processes in bone and muscle tissue due to the action of *Listeria*. According to the results of hematological studies of the broilers of the control and experimental groups, it was established that heterophilia due to *L. monocytogenes*, eosinophilia, and lymphocytosis – due to *L. ivanovii* and *L. innocua* compared to the control.

**Key words:** broiler chickens, *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes*, weight, blood, biochemical indicators, hematological indicators.

## Вплив збудника лістеріозу на організм курчат-бройлерів в умовах експерименту

I. V. Боровик<sup>1</sup>, Н. М. Захарська<sup>1✉</sup>, Т. І. Фотіна<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дніпровський державний аграрно-економічного університет, м. Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Курчат Ross Cobb 500 (40 тварин) розділили на 4 групи по 10 голів. Курчат з дослідних груп на 15 добу життя заразили перорально добовою культурою в дозі 0,5 Mac Farland-1 мл ( $1,5 \times 10^8$  КУО/см<sup>3</sup>) *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes*. Одна група була контрольною. Під час забою на 38 добу життя курчат відбирали зразки крові для біохімічних і гематологічних досліджень. Наприкінці проведення дослідження в контрольній групі курчат всі тварини (10) були живі, в групі *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes* залишилось 8, 9 і 7 птахів відповідно. Зараження птиці збудником лістеріозу не вплинуло на масу в дослідних курчат-бройлерів, середня маса інфікованих тварин була майже на одному рівні з контрольною групою: *L. monocytogenes* ( $2278,5 \pm 169,6$  г), *L. ivanovii* ( $2422,8 \pm 63,4$  г), *L. innocua* ( $2358,0 \pm 68,9$  г), контрольна група ( $2320,0 \pm 70,8$  г). Серед біохімічних показників крові курчат-бройлерів виявлено окремі біохімічні зміни, що характеризувалися насамперед підвищенням рівню креатиніну та співвідношенням Ca і P, зниженням активності лужної фосфатази. Встановлені зміни можуть вказувати на порушення обмінних процесів у кіст-

ковій та м'язовій тканині за дії лістерій. За результатами гематологічних досліджень бройлерів контрольної і дослідних груп встановлено різною мірою виражену порівняно з контролем гетерофілію за дії *L. monocytogenes*, еозинофілію та лімфоцитоз – за впливу *L. ivanovii* та *L. innocua*.

**Ключові слова:** курчат-бройлери, *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes*, маса, кров, біохімічні показники, гематологічні показники.

## Вступ

За останні кілька десятиліть помітно збільшився попит на м'ясо птиці через його низьку вартість, високу харчову цінність, дієтичність та придатність для подальшої переробки. До того ж прогнози дослідження передбачають розширення ринку м'яса птиці (Petracci et al., 2015). М'ясо є важливим джерелом високоякісного харчового білка для значної частини світового населення (Salter, 2018). М'ясо та м'ясні продукти містять різні поживні речовини, які забезпечують сприятливі умови для розмноження мікроорганізмів. Більшість ізольованих бактерій є зоонозними і становлять велику небезпеку для здоров'я населення (Eshamah et al., 2020; Lonczynski & Cowin, 2021). Американські вчені стверджують, що *Listeria monocytogenes* – це харчовий збудник, який сприяє високому рівню госпіталізації та смертності серед інфікованих людей (Tran et al., 2020). Характерною особливістю розповсюдження збудника є властивість розмножуватись за температури холодильника і швидка контамінація продуктів. Ізолювання бактеріально-го різноманіття з курячого м'яса може дати нове розуміння мікробіоти: було вивчено зберігання продукції (курячої грудки, філе та стегон) за різними температурними режимами від 0 – +5 °C до +10 °C (Dourou et al., 2021).

На території Дніпропетровської області є 15 птахопереробних підприємств. За даними FAOSTAT, останні декілька років Україна посідає 12 місце в світі з експорту продукції птахівництва ([www.faostat.org.ua](http://www.faostat.org.ua)). За період 11 років у Дніпропетровській області зі всіх аналізованих проб м'яса птиці (згідно з плановими дослідженнями) було виявлено 36,7 % випадків контамінації мікроорганізмами роду *Listeria*. З шести видів ідентифікованих *Listeria* більше половини складає *L. ivanovii*, що удвічі більше, ніж випадків *L. innocua* і утричі – порівняно з *L. monocytogenes* (Zazharska & Borovyk, 2019).

За результатами попередніх власних досліджень на білих мишах – патогенними властивостями володіють як *L. monocytogenes*, так і *L. ivanovii* (Borovyk & Zazharska, 2019). Такої ж думки і китайські вчені (Wang et al., 2018): саме ці патогени були ідентифіковані як єдині два патогенні види в роду *Listeria*. Такі результати узгоджуються з роботами інших дослідників – Cho et al. (2021). Французькі вчені визнають, що *L. monocytogenes*, безумовно, є основною причиною лістеріозу людини, але зазначають, що *L. ivanovii* також широко забруднює м'ясну продукцію і може викликати бактеріємію у пацієнтів зі зниженим імунітетом (Guillet et al., 2010).

Відповідно до регламенту комісії ЄС про “Мікробіологічні критерії для харчових продуктів” 2073/2005 суттєве значення для безпечності м'яса птахів має рівень обсіменіння *L. monocytogenes*. Оператор ринку

харчової продукції повинен гарантувати споживачеві кількість *L. monocytogenes* не більше ніж 100 КУО/г до кінця терміну придатності продукту.

Вчені з Індії (Dhama et al., 2013) наголошують, що кури є переносником та резервуаром лістеріозу за рахунок обсіменіння яєць та бактерієносійства в м'ясній продукції. Науковці вивчили, що зараження людини відбувається за рахунок негігієнічних умов при виробництві продукції.

Carisch et al. (2019) вивчали кількість лейкоцитів в крові курчат бройлерів та стверджують, що саме цей показник є діагностичним при прихованому перебігу лістеріозу. Malkoc et al. (2021) визначали кількість еритроцитів крові курчат бройлерів та установили, що саме збільшення цього показника є першим сигналом наявності стресу у птиці. Ruiz-Jimenez et al. (2021) дослідили близько 60 зразків крові заражених курей на біохімічні показники та дійшли висновку, що від методу дослідження залежить точність результату.

У літературі є повідомлення про те, що *L. Ivanovii* насамперед заражає жуйних тварин (Hupfeld et al., 2015). За іншими даними – до 10 % випадків лістеріозу в овець пов'язані з *L. ivanovii* (McLauchlin, 2011). Такі твердження є доречними, оскільки, за даними (Tompkin, 2002), відомо, що *Listeria* spp. спричиняє вагомі соціальні та економічні збитки через контамінацію продукції, вилучення її з обігу і вибракування.

Evans et al. (2021) зазначають, що для ефективної системи управління безпечністю харчових продуктів, сприйняття ризику, відповідальності у виробництві саме контроль патогенів є важливим впливовим фактором.

Вітчизняними вченими вивчається вплив різноманітних речовин на патогенні мікроорганізми, в т. ч. *L. monocytogenes* (Zazharska & Borovyk, 2019; Zazharskyi et al., 2020; 2021).

## Мета дослідження

Мета роботи – вивчити вплив зараження птиці *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes* на динаміку маси при вирощуванні курчат-бройлерів і на біохімічні та гематологічні показники крові.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили у Дніпропетровській регіональній державній лабораторії державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, яка акредитована Національним агентством акредитації України на компетентність відповідно до вимог ДСТУ ISO/EC 17025 за № 2Н192 до 19 червня 2023 р. та має дозвіл на роботу зі збудниками II-IV групи патогенності.

Біохімічні та гематологічні дослідження показників крові курчат-бройлерів проводили у науково-

дослідному центрі біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Дослід було проведено на курчатах-бройлерах Ко-66 500 (40 голів) у віці 10 діб (в середньому вага курчат 240 г) з “Птахокомбінату “Дніпровський” Нікопольського району. При утриманні курчат-бройлерів дотримувались загальних етичних принципів експериментів над тваринами, зокрема – недопущення спраги, дискомфорту при утриманні, недоїдання, голоду та стресу, що узгоджується з Законом України “Про захист тварин від жорстокого поводження” від 21.02.2006 р. № 3447-IV в редакції від 04.08.2017 р. та Положенням “Європейської конвенції про захист тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей” (Страсбург, 1986).

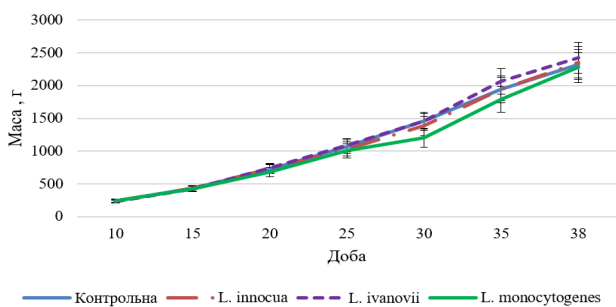
Курчат-бройлерів розділили на 4 групи по 10 голів. Перша група курчат-бройлерів була контрольною, друга – заражена *L. innocua*, третя – *L. ivanovii*, четверта – *L. monocytogenes*. Зараження курчат-бройлерів проводили перорально на 15 добу життя добою культурою в дозі 0,5 Mac Farland-1 мл, що складало  $1,5 \times 10^8$  КУО/см<sup>3</sup>. Для зараження курчат використовували референт-стандарти культур мікроорганізмів: *Listeria monocytogenes* UNCSM – 041, *Listeria ivanovii* UNCSM – 042, *Listeria innocua* UNCSM – 043.

Бройлери утримувались в клітках розміром  $1 \times 1 \times 0,5$  м<sup>3</sup>, на однаковому раціоні та в ідентичних умовах. Курчата були забезпечені штучним освітленням. Птиця мала вільний доступ до кормів та води. Годування курчат-бройлерів здійснювали за схемою: “престарт” 0–5 діб на птахофабриці; “старт” – 6–12 діб на птахофабриці; комбікорм “гровер” – 13–17 діб; комбікорм “фініш” – 18–38 діб. Корми для подальшого вигодовування з 10–38 доби придбали на птахофабриці. Зважування курчат-бройлерів проводили через кожні 5 діб.

**Таблиця 1**

Показники маси курчат-бройлерів, г, ( $x \pm SE$ )

Доба	Група, n = 10			
	контрольна	<i>L. innocua</i>	<i>L. ivanovii</i>	<i>L. monocytogenes</i>
10	238,8 ± 4,9	245,0 ± 1,8	230,6 ± 2,3	238,10 ± 1,9
15	432,0 ± 1,5	431,5 ± 1,6	424,3 ± 2,4	423,1 ± 1,6
20	724,7 ± 26,7	731,9 ± 19,6	742,10 ± 26,4	685,9 ± 16,4
25	1069,4 ± 36,4	1034,4 ± 40,0	1093,4 ± 35,0	1005,3 ± 45,8
30	1456,7 ± 46,2	1385,6 ± 65,1	1458,1 ± 51,3	1202,7 ± 149,2
35	1945,0 ± 40,9	1944,1 ± 25,5	2065,3 ± 91,6	1786,1 ± 107,5
38	2320,0 ± 70,8	2358,0 ± 68,9	2422,8 ± 63,4	2278,5 ± 169,6



**Рис. 1.** Динаміка середньодобового приросту курчат-бройлерів за експериментального лістеріозу

*Дослідження крові курчат-бройлерів.* Забій дослідної птиці відбувся на 38 добу життя. Зразки крові відібрали під час забою (з кожної групи по 5 зразків).

Визначали такі біохімічні показники крові курчат-бройлерів: загальний білок, альбуміни, глобуліни, білковий коефіцієнт, сечова кислота, креатинін, АСТ, АЛТ, індекс де Рітиса, лужна фосфатаза, глюкоза, кальцій, неорганічний фосфор, співвідношення кальцію до фосфору, ліпопротеїди; і гематологічні показники крові: гемоглобін, гематокрит, еритроцити, лейкоцити, лейкоцитарну формулу.

Кров від бройлерів відбирали у стерильні пробірки з 5 % розчином ЕДТА. Для отримання сироватки крові відбирали окремо без антикоагулянту, після чого поміщали у термостат за температури 37 °С на 2–3 години для відокремлення сироватки. Кров досліджували за допомогою автоматичного гематологічного аналізатору PCE-90 VET (США). Співвідношення різних форм лейкоцитів визначали у мазках крові, пофарбованих за Романовським-Гімзою шляхом підрахунку 200 клітин. Біохімічні показники крові визначали на автоматичному біохімічному аналізаторі Miura (Італія) з використанням наборів реагентів HighTechnology (США), PZ Cormay S.A. (Польща) та Spinreact S.A. (Іспанія).

### Результати досліджень

Динаміка маси курчат-бройлерів під час проведення дослідів наведена в [табл. 1](#).

Отже, маса птиці в групі *L. monocytogenes* мала тенденцію до зменшення, але достовірної різниці не виявлено.

Спостерігали, що вже на 20-ту добу життя середній показник маси курчат-бройлерів з групи *L. monocytogenes* менший порівняно з усіма іншими групами ([рис. 1](#)).

Наприкінці проведення дослідів у контрольній групі курчат всі тварини (10) були живі, в групі *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes* залишилось 8, 9 і 7 птахів відповідно. Незважаючи на те, що декілька курчат в інфікованих групах загинули, інші тварини навіть дещо переважали контрольну групу за масою тіла, але суттєвої різниці між показниками маси не виявлено.

Забій відбувся на 38-у добу життя курчат з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог. Перед забоєм проведено передзабійний огляд курчат-бройлерів: шкірні покриви та видимі слизові оболонки без змін,

гребінь червоний, спостерігалася вгодваність тварин усіх груп (Borovuk & Zazharska, 2022).

Під час знекровлення курчат відбувався відбір зразків крові. Результати біохімічних досліджень крові за експериментального лістеріозу курчат-бройлерів наведені у табл. 2.

Загальний протеїн у сироватці крові курчат, заражених *L. ivanovii* та *L. monocytogenes*, був меншим на 5,8 і 6,3 % відповідно порівняно з контрольною гру-

пою. Водночас рівень альбумінів у курчат усіх груп перебував на одному рівні – 15,0–15,6 г/л.

Вміст глобулінів у крові птиці дослідних груп *L. ivanovii* і *L. monocytogenes* був незначно нижчим (на 10,0 і 8,5 %) порівняно з контрольним показником. За цих умов білковий коефіцієнт у контрольній групі та групі *L. innocua* виявився однаковим (0,60 од.). Внаслідок впливу *L. ivanovii* і *L. monocytogenes* цей показник незначно підвищувався – на 13,3 і 10,0 % відповідно порівняно з контрольною групою.

**Таблиця 2**

Біохімічні показники крові курчат-бройлерів ( $x \pm SE$ ,  $n = 5$ )

Показник	Група			
	контрольна	<i>L. innocua</i>	<i>L. ivanovii</i>	<i>L. monocytogenes</i>
Загальний протеїн, г/л	41,4 ± 3,0	41,8 ± 4,1	39,0 ± 2,4	38,8 ± 1,8
Альбуміни, г/л	15,4 ± 0,7	15,6 ± 1,4	15,6 ± 0,8	15,0 ± 0,5
Глобуліни, г/л	26,0 ± 2,6	26,2 ± 2,8	23,4 ± 1,6	23,8 ± 1,4
Білковий коефіцієнт, од.	0,60 ± 0,03	0,60 ± 0,01	0,68 ± 0,04	0,66 ± 0,02
Сечова кислота, мкмоль/л	300,2 ± 70,9	314,6 ± 29,9	361,0 ± 83,9	385,0 ± 82,4
Креатинін, мкмоль/л	45,6 ± 0,5 <sup>a</sup>	38,8 ± 1,8 <sup>b</sup>	39,4 ± 1,3 <sup>b</sup>	43,6 ± 1,7 <sup>ab</sup>
АСТ, Од/л	279,0 ± 23,8	284,0 ± 22,2	269,4 ± 10,0	268,2 ± 18,8
АЛТ, Од/л	25,2 ± 2,7	26,0 ± 2,1	26,2 ± 1,1	28,4 ± 3,1
Індекс де Рітіса	11,9 ± 2,0	11,3 ± 1,4	10,3 ± 0,5	10,2 ± 1,7
Лужна фосфатаза, Од/л	3599,8 ± 731,0	1996,3 ± 435,0	3394,3 ± 215,1	2727,0 ± 423,2
Глюкоза, ммоль/л	10,7 ± 0,6	10,2 ± 0,9	9,8 ± 1,0	10,6 ± 0,6
Кальцій, ммоль/л	2,16 ± 0,13	2,06 ± 0,13	2,16 ± 0,10	1,88 ± 0,06
Неорганічний фосфор, ммоль/л	2,58 ± 0,17	2,70 ± 0,15	2,14 ± 0,11	2,34 ± 0,07
Са/Р, од.	0,86 ± 0,09 <sup>ab</sup>	0,76 ± 0,08 <sup>ab</sup>	1,02 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,80 ± 0,01 <sup>b</sup>
Ліпопротеїди заг., мг %	871,8 ± 83,2	796,6 ± 29,3	776,6 ± 62,9	958,8 ± 37,2

*Примітка:* різними літерами позначено вибірки, що достовірно ( $P < 0,05$ ) в межах ряду відрізняються одна від одної за результатами тесту Тьюкі з урахуванням поправки Бонферроні; якщо літери над цифрами в рядку відсутні, то достовірної різниці між будь-якими вибірками в межах цієї графі не зареєстровано

Рівень сечової кислоти в сироватці крові груп *L. innocua*, *L. ivanovii* та *L. monocytogenes* вищий порівняно з контрольною групою на 4,8, 20,3 і 28,2 % відповідно, що може свідчити про посилення розпаду білків у їх організмі.

Натомість показник креатиніну в крові курчат-бройлерів у групах *L. innocua* та *L. ivanovii* був меншим порівняно з контролем на (14,9 та 13,6 % відповідно),  $P < 0,05$ .

Враховуючи, що рівень креатиніну вказує, зокрема, на метаболізм у м'язовій тканині, зміни можуть свідчити про зниження інтенсивності обмінних процесів у м'язах.

Активність аспаргатамінотрансферази в крові курчат групи *L. innocua* на 1,8 % вища, а в групах *L. ivanovii* і *L. monocytogenes* на 3,4 і 3,9 % відповідно нижча порівняно з контрольним показником.

Активність аланінамінотрансферази в усіх групах була незначно вищою порівняно з контрольною птицею (3,2, 4,0 і 12,7 %).

Індекс де Рітіса в курчат усіх груп перебував майже на одному рівні.

Інфекційний процес лістеріозу призводив до зниження активності лужної фосфатази в крові бройлерів дослідних груп *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes* порівняно з контрольним показником на 44,5, 5,7 і 24,2 % відповідно.

Вміст глюкози в крові курчат різних груп майже не відрізнявся між собою (9,8–10,7 ммоль/л), що можна розглядати як відсутність суттєвих змін з боку енергетичного обміну.

Найменший вміст кальцію в сироватці крові відмічений в групі *L. monocytogenes*, що був на 13,0 % менше від контрольного показника. Водночас рівень неорганічного фосфору в крові курчат групи *L. innocua* був вищим на 4,7 %, а груп *L. ivanovii* і *L. monocytogenes* – меншим на 17,1 і 9,3 % відповідно порівняно з контрольним показником. Встановлені зміни кальціє-фосфорного обміну відобразились на співвідношенні цих елементів. Показник в крові курчат дослідних груп *L. innocua* і *L. monocytogenes* на 11,6 і 7,0 % був нижчим порівняно з контрольною групою. Водночас кальціє-фосфорне співвідношення бройлерів групи *L. ivanovii* на 18,6 % більше порівняно з контрольною групою за рахунок найнижчого вмісту неорганічного фосфору.

Отже, серед біохімічних показників крові курчат-бройлерів виявлено окремі біохімічні зміни, що характеризувалися насамперед підвищенням рівню креатиніну та співвідношення Са і Р, зниженням активності лужної фосфатази.

Встановлені зміни можуть вказувати на порушення обмінних процесів у кістковій та м'язовій тканині за дії лістерії.

За результатами гематологічних досліджень крові курчат-бройлерів контрольної і дослідних груп було виявлено окремі зміни, наведені в табл. 3.

Вміст гемоглобіну в крові курчат контрольної і дослідних груп перебував майже на одному рівні (104,0 – 110,8 г/л), хоча спостерігалася слабо виражена тенденція до зниження показника за впливом *L. ivanovii* і *L. monocytogenes*.

Показник гематокриту в крові бройлерів груп *L. innocua* *L. ivanovii* *L. monocytogenes* менший на 2,0,

3,7 і 9,8 % відповідно порівняно з контрольною групою, що закономірно супроводжувалось зменшенням кількості еритроцитів.

Вміст еритроцитів у крові курчат в групі *L. innocua* більший на 2,5 %, а в групах *L. ivanovii* і *L. monocytogenes* – менший на 5,0 і 2,9% відповідно порівняно з контрольною групою. Напевно, такі зміни є наслідком пригнічення еритроцитопоезних процесів за лістеріозу.

**Таблиця 3**

Гематологічні показники крові курчат-бройлерів, (x ± SE, n = 5)

Показник	Група			
	контрольна	<i>L. innocua</i>	<i>L. ivanovii</i>	<i>L. monocytogenes</i>
Гемоглобін, г/л	110,6 ± 2,3	110,8 ± 1,3	104,4 ± 2,0	104,0 ± 6,1
Гематокрит, %	29,6 ± 0,5	29,0 ± 1,0	28,5 ± 0,7	26,7 ± 1,5
Еритроцити, Т/л	2,42 ± 0,07	2,48 ± 0,11	2,30 ± 0,04	2,35 ± 0,13
Лейкоцити, Г/л	11,3 ± 0,3	11,2 ± 0,2	11,3 ± 0,4	11,4 ± 0,4
Лейкоцитарна формула:				
Базофіли, %	0,2 ± 0,2	0,8 ± 0,2	0,6 ± 0,2	0,4 ± 0,2
Еозинофіли, %	5,8 ± 0,8	6,4 ± 1,6	8,8 ± 0,9	4,8 ± 0,8
Гетерофіли, %	31,8 ± 2,6 <sup>a</sup>	19,2 ± 2,4 <sup>b</sup>	23,6 ± 3,4 <sup>ab</sup>	37,4 ± 4,0 <sup>a</sup>
Лімфоцити, %	55,4 ± 2,6	66,0 ± 2,0	59,2 ± 3,6	49,8 ± 4,4
Моноцити, %	6,8 ± 0,7	7,6 ± 1,3	7,8 ± 0,8	7,4 ± 0,7

Примітка: див. табл. 2

Кількість лейкоцитів у крові тварин усіх дослідних груп була на одному рівні.

Під час аналізу лейкоцитарної формули виявлено, що частка еозинофілів у крові групи *L. ivanovii* у 1,5 раза більша порівняно з контрольним показником, але достовірної різниці не виявлено.

Частка гетерофілів у лейкоцитарній формулі крові курчат групи *L. innocua* у 1,7 і 1,9 раза менша порівняно з контрольною групою і *L. monocytogenes* відповідно, P < 0,05.

Враховуючи, що гетерофільна реакція є характерною відповіддю на бактеріальні патогени, наростання кількості гетерофілів у відповідь на *L. monocytogenes* може розглядатись як посилення клітинного імунітету. Напевно, інші види лістерій викликали інший механізм імунної відповіді, що супроводжувалось збільшенням кількості лімфоцитів (*L. innocua*) та еозинофілів (*L. ivanovii*).

Таким чином, за результатами гематологічних досліджень бройлерів контрольної і дослідних груп встановлено різною мірою виражену порівняно з контролем гетерофілью за дії *L. monocytogenes*, еозинофілію та лімфоцитоз – за впливу *L. ivanovii* та *L. innocua*.

### Обговорення

З метою вивчення впливу експериментального лістеріозу на біохімічні та гематологічні показники проведено дослідження крові курчат-бройлерів і вивчені відмінності між інфікованими та контрольною групою. Загалом дослідженнями крові при харчових токсикоінфекціях займалися вчені Carisch et al. (2019), Malkoc et al. (2021), Ruiz-Jimenez et al. (2021). Серед біохімічних показників крові курчат контрольної і

дослідних груп нами не виявлено достовірної різниці, за винятком показників креатиніну та співвідношення Са і Р. З літературних джерел відомо, що креатинін з організму виводиться через нирки. Цей показник бере активну участь в енергетичному обміні м'язової тканини. У загинув тварин майже в усіх випадках збудник виявлено в нирках. За результатами гематологічних досліджень бройлерів контрольної і дослідних груп не виявлено достовірної різниці, за винятком кількості гетерофілів, які відповідають за фагоцитоз в організмі. Серед інших гематологічних та біохімічних показників крові немає вірогідної різниці між дослідними групами птиці.

Група французьких науковців Charlier, et al. (2017) описали зв'язок між патогенністю та гемолітичними властивостями *Listeria* spp. Вчені стверджують, що у тварин внаслідок експериментального введення збуднику лістеріозу спостерігається спленомегалія та гепатомегалія (збільшення розмірів селезінки та печінки). Вплив лістерій залежить від методу введення їх в організм. Науковцями встановлено, що бактерії розмножуються в цитоплазмі господарської клітини та за рахунок фагоцитозу розподіляються по організму господаря. Вчені стверджують, що велике значення має ступінь патогенності-вірулентності та метод введення (зараження), а в подальшому – і форма перебігу хвороби. Навіть при однаковому зараженні летальність була виявлена не в усіх дослідних тваринах, що підтверджують наші результати за експериментального лістеріозу.

### Висновки

За експериментального лістеріозу наприкінці досліду в контрольній групі курчат всі тварини (10) були живі, в групі *L. innocua*, *L. ivanovii*,

*L. monocytogenes* залишилось 8, 9 і 7 птахів відповідно.

За масою курчата, заражені лістеріями, були майже на одному рівні з контрольною групою, що доводить відсутність негативного впливу патогена на ріст і розвиток бройлерів. Мінімальну середню вагу перед забоем спостерігали в групі *L. monocytogenes* ( $2278,5 \pm 169,6$  г), максимальну – в групі *L. ivanovii* ( $2422,8 \pm 63,4$  г). Незважаючи на те, що в дослідних групах були тварини, які загинули, резистентність інших курчат-бройлерів в інфікованих групах дозволила їм не втратити вгодваність.

Біохімічні і гематологічні показники крові курчат дослідних груп суттєво не відрізнялися від контрольної групи, за винятком показників креатиніну, співвідношення Са і Р, кількості гетерофілів.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### Подяка

Автори висловлюють вдячність чеському уряду за підтримку, надану Міністерством закордонних справ Чеської Республіки, яка уможливила розпочати цю наукову співпрацю в рамках проекту “Підвищення потенціалу аспірантів для якісних досліджень в Україні” (“Enhancement of the PhD Students Potential For Qualitative Research In Ukraine”).

### References

- Borovuk, I., & Zazharska, N. (2022). Evaluation of broiler meat in experimental listeriosis. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 9(1), 155–165. DOI: 10.5455/javar.2022.i580.
- Borovyk, I. V., & Zazharska, N. M. (2019). Osoblyvosti laboratornoi diahnostryky *Listeria* spp. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(4), 236–244. DOI: 10.32819/2019.74041 (in Ukrainian).
- Carisch, L., Stirn, M., Hatt, J. M., Federer, K., Hofmann-Lehmann, R., & Riond, B. (2019). White blood cell count in birds: evaluation of a commercially available method. *BMC veterinary research*, 15(1), 93. DOI: 10.1186/s12917-019-1834-8.
- Charlier, C., Perrodeau, É., Leclercq, A., Cazenave, B., Pilmis, B., Henry, B., Lopes, A., Maury, M. M., Moura, A., Goffinet, F., Dieye, H. B., Thouvenot, P., Ungeheuer, M. N., Tourdjman, M., Goulet, V., de Valk, H., Lortholary, O., Ravaud, P., Lecuit, M. & MONALISA study group (2017). Clinical features and prognostic factors of listeriosis: the MONALISA national prospective cohort study. *The Lancet. Infectious diseases*, 17(5), 510–519. DOI: 10.1016/S1473-3099(16)30521-7.
- Cho, K., Spasova, D., Hong, S. W., O, E., Surh, C. D., Im, S. H., & Kim, K. S. (2021). *Listeria monocytogenes* Establishes Commensalism in Germ-Free Mice Through the Reversible Downregulation of Virulence Gene Expression. *Frontiers in immunology*, 12, 666088. DOI: 10.3389/fimmu.2021.666088.
- Dhama, K., Verma, A. K., Rajagunalan, S., Kumar, A., Tiwari, R., Chakraborty, S., & Kumar, R. (2013). *Listeria monocytogenes* infection in poultry and its public health importance with special reference to food borne zoonoses. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 16(7), 301–308. DOI: 10.3923/pjbs.2013.301.308.
- Dourou, D., Spyrelli, E. D., Doulgeraki, A. I., Argyri, A. A., Grounta, A., Nychas, G. E., Choriantopoulos, N. G., & Tassou, C. C. (2021). Microbiota of Chicken Breast and Thigh Fillets Stored under Different Refrigeration Temperatures Assessed by Next-Generation Sequencing. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(4), 765. DOI: 10.3390/foods10040765.
- Eshamah, H. L., Naas, H. T., Garbaj, A. M., Azwai, S. M., Gammoudi, F. T., Barbieri, I., & Eldaghayes, I. M. (2020). Extent of pathogenic and spoilage microorganisms in whole muscle meat, meat products and seafood sold in Libyan market. *Open veterinary journal*, 10(3), 276–288. DOI: 10.4314/ovj.v10i3.6.
- Evans, E., Samuel, E., Redmond, E., & Taylor, H. (2021). Exploring *Listeria monocytogenes* perceptions in small and medium sized food manufacturers: technical leaders' perceptions of risk, control and responsibility. *Food Control*, 108078. DOI: 10.1016/j.foodcont.2021.108078.
- Guillet, C., Join-Lambert, O., Le Monnier, A., Leclercq, A., Mechaï, F., Mamzer-Bruneel, M. F., Bielecka, M. K., Scotti, M., Disson, O., Berche, P., Vazquez-Boland, J., Lortholary, O., & Lecuit, M. (2010). Human listeriosis caused by *Listeria ivanovii*. *Emerging infectious diseases*, 16(1), 136–138. DOI: 10.3201/eid1601.091155.
- Hupfeld, M., Fouts, D. E., Loessner, M. J., & Klumpp, J. (2015). Genome Sequences of the *Listeria ivanovii* subsp. *ivanovii* Type Strain and Two *Listeria ivanovii* subsp. *londoniensis* Strains. *Genome Announcements*, 3(1), DOI: 10.1128/genomea.01440-14.
- Loneczynski, T., & Cowin, L. (2021). Validation of the Applied Food Diagnostics, Inc. Molecular Environmental Monitoring Program (MEMP) *Listeria* Assay for Detection of *Listeria* Spp. in Environmental Surface Samples: AOAC Performance Tested Method SM 052003. *Journal of AOAC International*, 104(5), 1355–1365. DOI: 10.1093/jaoacint/qsab034.
- Malkoc, K., Casagrande, S., & Hau, M. (2021). Inferring Whole-Organism Metabolic Rate From Red Blood Cells in Birds. *Frontiers in physiology*, 12, 691633. DOI: 10.3389/fphys.2021.691633.
- McLauchlin, J. (2011). *Listeriosis*. *Oxford Medicine Online*. DOI: 10.1093/med/9780198570028.003.0014.
- Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F., & Cavani, C. (2015). Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 71(2), 363–374. DOI: 10.1017/s0043933915000367.
- Ruiz-Jimenez, F., Gruber, E., Correa, M., & Crespo, R. (2021). Comparison of portable and conventional laboratory analyzers for biochemical tests in chickens. *Poultry science*, 100(2), 746–754. DOI: 10.1016/j.psj.2020.11.060.
- Salter, A. M. (2018). The effects of meat consumption on global health. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 37(1), 47–55. DOI: 10.20506/rst.37.1.2739.

- Tompkin, R. B. (2002). Control of *Listeria monocytogenes* in the Food-Processing Environment. *Journal of Food Protection*, 65(4), 709–725. DOI: 10.4315/0362-028x-65.4.709.
- Tran, T. D., Del Cid, C., Hnasko, R., Gorski, L., & McGarvey, J. A. (2020). *Bacillus amyloliquefaciens* ALB65 Inhibits the Growth of *Listeria monocytogenes* on Cantaloupe Melons. *Applied and environmental microbiology*, 87(1), e01926-20. DOI: 10.1128/AEM.01926-20.
- Wang, Y., Wang, Y., & Ye, C. (2018). Endonuclease restriction-mediated real-time PCR for simultaneous detection of *Listeria monocytogenes* and *Listeria ivanovii*. *Analytical Methods*, 10(11), 1339–1345. DOI: 10.1039/c7ay02667f.
- Zazharska, N. M., & Borovyk, I. V., (2019). Monitorynh vyivlennia *Listeria* spp. v miasoproduktakh ptytsi u Dnipropetrovskii oblasti. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*, 21(93), 103–108. DOI: 10.32718/nvlvet9318 (in Ukrainian).
- Zazharskyi, V. V., Davydenko, P. O., Kulishenko, O. M., Borovik, I. V., Zazharska, N. M., & Brygadyrenko, V. V. (2020). Antibacterial and fungicidal activities of ethanol extracts of 38 species of plants. *Biosystems Diversity*, 28(3), 281–289. DOI: 10.15421/012037.
- Zazharskyi, V., Bigdan, O., Parchenko, V., Parchenko, M., Fotina, T., Davydenko, P., Kulishenko, O., Zazharskaya, N., & Borovik, I. (2021). Antimicrobial Activity of Some Furans Containing 1,2,4-Triazoles. *Archives of Pharmacy Practice*, 12(2), 60–65. DOI: 10.51847/RbJb3waUBB.
- Zazharskyi, V., Davydenko, P., Kulishenko, O., Borovik, I., Brygadyrenko, V., & Zazharska, N. (2019). Antibacterial activity of herbal infusions against *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa* in vitro. *Magyar állatorvosok lapja*, 141(11), 693–704. URL: [https://univet.hu/wp-content/uploads/2019/11/MAL-2019-11\\_content.pdf](https://univet.hu/wp-content/uploads/2019/11/MAL-2019-11_content.pdf).