



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/nvlvet10304

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

UDC 636.7:578.616-008

## Morphological indicators of blood in cats with panleucopenia

M. Radzikhovskiy<sup>1</sup>, O. Dyshkant<sup>2</sup>, I. Sokulsky<sup>2</sup>, E. Kolesnik<sup>2</sup>, D. Prokopchuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine

### Article info

Received 23.06.2021

Received in revised form

26.07.2021

Accepted 27.07.2021

National University of Life and  
Environmental Sciences of  
Ukraine, Heroyiv Oborony Str., 15,  
Kyiv, 03041, Ukraine.  
Tel.: +38-067-725-65-07  
E-mail: nickvet@ukr.net

Polissya National University,  
Sary Boulevard, 7, Zhytomyr,  
10008, Ukraine.  
E-mail: sokulskiy\_1979@ukr.net

**Radzikhovskiy, M., Dyshkant, O., Sokulsky, I., Kolesnik, E., & Prokopchuk, D. (2021). Morphological indicators of blood in cats with panleucopenia. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 23(103), 21–26. doi: 10.32718/nvlvet10304**

Ukraine is one of the world leaders in the number of cats among the country's population, and one of the most common diseases is panleukopenia caused by a virus of the Parvoviridae family, which is extremely common among viral diseases and causes significant moral damage to owner animals. Therefore, given the relevance of this issue, the result of our study is to clarify, supplement and summarize the data on hematological and biochemical parameters of blood and erythrocytopoiesis in panleukopenia of cats. The development and improvement of modern methods of immunoprophylaxis and treatment can significantly reduce morbidity and mortality. The study was performed in veterinary clinics of Zhytomyr and Kyiv, blood for the study was taken from the superficial vein of the forearm Anterbrachium, medial subcutaneous vein or subcutaneous tibial vein Saphena. Diagnostic tests to confirm feline parvovirus were performed using rapid tests VetExpert and ELISA and PCR for the presence of parvovirus antigen in private veterinary laboratories "BioSoft" and LLC "Bald" in Kiev. The complex studies carried out indicated that in cats ( $n = 24$ ) with panleukopenia, changes in the morphological and biochemical composition of the blood are characteristic. A deviation from physiological limits was found, which mainly characterize the functional state of the liver, namely, an increase in the content of total bilirubin ( $P \leq 0.01$ ) and total protein ( $P \leq 0.01$ ), the development of pancreatitis – taking into account an increase in glucose concentration ( $P \leq 0.05$ ) and  $\alpha$ -amylase hyperenzymemia ( $P \leq 0.001$ ), kidney damage as indicated by an increase in creatinine concentration ( $P \leq 0.001$ ) and urea level ( $P \leq 0.01$ ). In the course of the research, a slight decrease in indicators of the main erythrocyte indices was established, namely, a decrease in MCHC ( $P \leq 0.05$ ), which indicates the development of anemia. As a result of an experimental study of the morphological parameters of blood, a complex pathogenesis of the disease with panleukopenia with multiple organ failure and the development of pathological immunosuppression and hepato-pancreatic-renal syndrome was established.

**Key words:** panleukopenia, feline parvovirus, erythrocytopoiesis, stabilized blood, blood serum, hematological parameters, biochemical parameters.

## Морфологічні показники крові у котів за панлейкопенії

М. Л. Радзиховський<sup>1</sup>, О. В. Дишкант<sup>2</sup>, І. М. Сокульський<sup>2</sup>, О. О. Колесник<sup>2</sup>, Д. Л. Прокопчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Україна є одним зі світових лідерів щодо кількісного відношення котів до мешканців держави, а одне з поширених захворювань – панлейкопенія, збудником якої є вірус родини Parvoviridae, що трапляється надзвичайно часто серед хвороб вірусної етіології та наносить значні моральні та економічні збитки власникам тварин. Тому, враховуючи актуальність питання, результатом наших досліджень є уточнення, доповнення та узагальнення щодо гематологічних і біохімічних показників крові, а також стану еритроцитопоезу за панлейкопенії котів. Шляхом розробки і удосконалення сучасних методів імунпрофілактики та лікування дозволяють значно знизити рівень захворюваності та летальності. Дослідження проводили у ветеринарних клініках міст Житомира та

Києва, кров для досліджень відбирали з поверхневої вени передпліччя в *Anterbrachium*, медіальної вени сафена або підшкірної вени гомілки в *Saphena*. Діагностичні дослідження на підтвердження котячого парвовірусу проводили за допомогою експрес-тестів *VetExpert* та в ІФА і ПЛР на наявність парвовірусного антигену на базі приватних ветеринарних лабораторій “BioSoft” і ТОВ “Бальд” міста Києва. Проведені комплексні дослідження показали, що у котів, хворих на панлейкопенію ( $n = 24$ ), характерним є зміни морфологічного та біохімічного складу крові. Було встановлено відхилення від фізіологічних лімітів, які в основному характеризують функціональний стан печінки, а саме: збільшення вмісту загального білірубіну ( $P \leq 0,01$ ) і загального білка ( $P \leq 0,01$ ), розвиток панкреатиту – враховуючи збільшення концентрації глюкози ( $P \leq 0,05$ ) та гіперферментемії  $\alpha$ -амілази ( $P \leq 0,001$ ), про ураження нирок, на що вказує збільшення концентрації креатиніну ( $P \leq 0,001$ ) та рівень сечовини ( $P \leq 0,01$ ). У ході проведення досліджень встановлено незначне зниження показників основних еритроцитарних індексів, а саме зниженням МСНС ( $P \leq 0,05$ ), що свідчить про розвиток анемії. У результаті експериментального дослідження морфологічних показників крові встановлено складний патогенез хвороби за панлейкопенії з поліорганою недостатністю та розвитком патологічної імуносупресії і гепато-панкреатично-ренального синдрому.

**Ключові слова:** панлейкопенія, парвовірус котів, еритроцитопоз, стабілізована кров, сироватка крові, гематологічні показники, біохімічні показники.

## Вступ

Хвороби вірусної етіології створюють значну загрозу здоров'ю домашніх кішок. До таких захворювань зараховують панлейкопенію, інфекційний перитоніт, каліцивіроз і інфекційний ринотрахеїт. Нерідко інфіковані тварини гинуть або після переохворювання залишаються реконвалесцентами і довгий час виділяють вірус, будучи джерелом поширення інфекції (Klytsunova et al., 2005; Nikonov & Polovinkina, 2017; Awad et al., 2018).

Парвовірус вражає найрізноманітніші види тварин та людину. Швидка еволюція, стійкість до умов навколишнього середовища, поширення високих доз вірусів і міжвидова передача збудника ускладнюють контроль над деякими штамами парвовірусної інфекції в популяціях домашніх тварин (Lamm & Rezabek, 2008; Awad et al., 2018).

Збудника парвовірусної інфекції виділяють від різних видів домашніх і диких тварин. Вперше серед домашніх м'ясоїдних вірус був виділений та ідентифікований як вірус панлейкопенії котів у 1928 році (Truyen & Parrish, 2013).

Незважаючи на велику кількість публікацій, в літературі існують принципові розбіжності в описі клінічної картини і патоморфології даної хвороби, а деякі ланки патогенезу взагалі ніяк не відображені (Lisova & Esypenko, 2015; Denysova et al., 2016).

Будь-який патологічний процес в організмі відображається на кількісних і якісних змінах у показниках крові. Тому аналізи крові відображають багато інформації про здоров'я тварини. Вони дають уявлення про стан здоров'я багатьох органів, допомагають виявити патологічні процеси на ранній стадії за початку розвитку хвороби, коли ще відсутні клінічні ознаки (Levchenko et al., 2002).

Загальний аналіз крові є економічно доцільним скринінгом, який виявляє багато аномалій та патологічний стан організму. У сфері клінічного обслуговування дрібних тварин, як і в клініці гуманної медицини, все більшого значення набуває лабораторна діагностика. Аналіз крові – один з найшвидших і доступних методів діагностики більшості хвороб, а вже тим паче за наявності сучасних лабораторій, де результати ранкових аналізів можна отримати вже ввечері (Uyllard, 2004; Meyer, 2007).

Оцінка метаболізму у домашніх котів є важливим аспектом сучасної науки, оскільки більшість гематологічних і біохімічних показників знаходять своє застосування у ветеринарній медицині для діагностики захворювань різного генезу (Morozenko & Radchenko, 2015). Наукових праць, присвячених вивченню еритроцитопоезу і показників крові у котів за інфекційних хвороб вірусної етіології, вкрай недостатньо. Дослідження цього питання необхідне для вивчення патологічного впливу вірусів на особливості еритроцитопоезу.

Метою даної роботи було з'ясувати та охарактеризувати гематологічні, біохімічні зміни та показники еритроцитопоезу в котів, хворих на панлейкопенію.

## Матеріал і методи досліджень

Роботу виконували на факультетах ветеринарної медицини Національного університету біоресурсів і природокористування України та Поліського національного університету, а також у ветеринарних клініках міст Житомира та Києва на породних і безпородних котках.

Діагностичні дослідження в умовах клініки ветеринарної медицини на підтвердження панлейкопенії проводили за допомогою експрес-тестів *VetExpert FPV Ag* (твердофазний імунохроматографічний аналіз для якісного виявлення антигену *Feline Panleukopenia virus*). Також діагностичні дослідження на наявність парвовірусного антигену котів (панлейкопенія) проводили на базі приватних ветеринарних лабораторій “BioSoft” і ТОВ “Бальд” міста Києва в ІФА та ПЛР. Гематологічні та біохімічні дослідження проводили за допомогою біохімічного аналізатора *BioChem SA* із застосуванням реактивів фірми *High Tehnology, Inc.* (США).

Загальноклінічний аналіз крові – кількість еритроцитів та лейкоцитів – визначали меланжерним методом у камері з сіткою Горяєва; вміст гемоглобіну в крові – гемоглобінціанідним методом; гематокритну величину – мікроцентрифугуванням за Шклярмом. На підставі одержаних результатів розраховували індекси червоної крові – вміст гемоглобіну в одному еритроциті (*MCH*), середню концентрацію гемоглобіну в еритроциті (*MCHC*) та середній об'єм еритроцитів (*MCV*) (Levchenko et al., 2017).

Біохімічне дослідження крові проводили за такими методами: білок визначали рефрактометрично, вміст сечовини – колірною реакцією з діацетилмонооксидом, активність АсАТ і АлАТ методом Райтмана-Френкеля, креатиніну – методом Яффе (Levchenko et al., 2002; Levchenko et al., 2010). Кров для досліджень відбирали з поверхневої вени передпліччя в. *Anterbrachium*, медіальної вени сафена або підшкірної вени гомілки в. *Saphena* (Yashchenko, 2019).

Цифрові дані обробляли біометрично загальноприйнятими методами варіаційної статистики з використанням комп'ютерних програм *Statistika 6.0* та *Microsoft Excel 2007*. Достовірність розходжень між показниками оцінювали за критерієм Стьюдента. Вираховували три ступені вірогідності \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$  (Bulashenko, 2000).

Забір крові для визначення морфологічних показників крові проводили із дотриманням біоетичних вимог щодо ставлення до тварин і відповідно до Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження” (2006) та Європейської конвенції “Про захист тварин” (1987).

### Таблиця 1

Морфологічні показники крові за панлейкопенії у котів ( $M \pm m$ )

Біометричні показники	Lim	Показники у клінічно здорових тварин (n = 10)	Показники у інфікованих тварин (n = 24)
Еритроцити (RBC), Т/л	5,3–9,5	8,5 ± 0,6	5,7 ± 0,5**
Гематокритна величина (HCT), %	26–48	38,3 ± 1,5	31,6 ± 4,3
Тромбоцити (PLT), Г/л	300–630	240 ± 15,2	365,2 ± 34,7**
Лейкоцити (WBC), Г/л	5,5–8,5	8,4 ± 1,2	4,1 ± 0,9**
Нейтрофіли П. (NEU), %	1–3	2,8 ± 0,7	8,8 ± 1,5***
Еозинофіли (EO), %	33–75	46,2 ± 4,9	56,3 ± 2,1
Моноцити (MON), %	0–4	1,8 ± 0,3	3,1 ± 0,5*
Лімфоцити (LYM), %	1–4	1,2 ± 0,4	7,3 ± 0,7***
ШОЕ (ESR), мм/год	22–55	31,7 ± 2,5	32,6 ± 3,9
	1,0–13,0	3,9 ± 0,3	26,1 ± 1,1***

Примітки: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$

Аналізуючи результати гематологічних досліджень встановлено достовірне зниження кількості еритроцитів на 30 % та лейкоцитів вдвічі ( $P \leq 0,01$ ), і достовірне збільшення кількості тромбоцитів на 35 %, ( $P \leq 0,01$ ) та в декілька разів моноцитів ( $P \leq 0,01$ ), паличкоядерних нейтрофілів ( $P \leq 0,001$ ), еозинофілів ( $P \leq 0,05$ ) та величина ШОЕ ( $P \leq 0,001$ ). Визначено також, що гематокритна величина в інфікованих тварин була в межах норми  $31,6 \pm 4,3$  %, але нижчою, ніж цей показник у тварин контрольної групи –  $38,3 \pm 1,5$  % (табл. 1).

На наступному етапі вивчали зміни біохімічних показників крові та показники стану еритроцитопоезу в котів, хворих на пан лейкопенію, щодо здорових тварин, результати наведені у таблиці 2.

За інтерпретації результатів біохімічних показників, що наведені в таблиці 2, виявляємо, що показники функціонального стану печінки у котів за панлейкопенії достовірно збільшувались, а саме: вмісту загального білірубіну в декілька разів ( $P \leq 0,01$ ), загального

Виконане дослідження є частиною науково-дослідної роботи кафедри анатомії і гістології факультету ветеринарної медицини Поліського національного університету: “Маркерні ознаки розвитку органів імуногенезу та нервової системи хребетних тварин в онто- і філогенезі”, № державної реєстрації 0120U102370.

### Результати досліджень

Встановлено, що першими симптомами хвороби є апатія, гарячка й анорексія в сукупності з явною спрагою, також спостерігається блювота, а діарея на ранніх стадіях трапляється рідше. Враховуючи вищенаведені клінічні ознаки та результати діагностичних досліджень щодо підтвердження діагнозу – панлейкопенія, було сформовано групу тварин (n = 24) для більш детального вивчення морфологічних показників крові. На першому етапі вивчали зміни гематологічних показників крові у котів, хворих на панлейкопенію, щодо здорових тварин, результати наведені у таблиці 1.

білка на 15 % ( $P \leq 0,01$ ) за рахунок збільшення вмісту глобулінів майже вдвічі ( $P \leq 0,001$ ), гіперферментемією АсАТ майже втричі ( $P \leq 0,001$ ). Щодо стану реальної системи, то встановлено достовірне збільшення концентрації креатиніну ( $P \leq 0,001$ ) та рівень сечовини ( $P \leq 0,01$ ) майже вдвічі. Функціональну активність підшлункової залози характеризує достовірне збільшення концентрації глюкози на 25 % ( $P \leq 0,05$ ) та гіперферментемія  $\alpha$ -амілази вдвічі ( $P \leq 0,001$ ). Встановлено, що концентрація гемоглобіну, ГГТ, активність АлАТ та лужної фосфатази не виходили за межі фізіологічних коливань.

Еритроцитарні індекси, які свідчать про інтенсивність дозрівання еритроцитів та насичення їх гемоглобіном у кістковому мозку *MCH* і *MCV*, у хворих на панлейкопенію істотно не відрізнялися від таких показників у клінічно здорових тварин. Водночас середня концентрація гемоглобіну в еритроциті (*MCHC*) достовірно знижена на 21 % ( $P \leq 0,05$ ).

Таблиця 2

Біохімічні показники та показники еритроцитопоезу за панлейкопенії у котів ( $M \pm m$ )

Біометричні показники	Lim	Показники у клінічно здорових тварин (n = 10)	Показники в інфікованих тварин (n = 24)
<i>MCH</i> , пг	14–19	15,6 ± 1,3	14,9 ± 0,1
<i>MCHC</i> , г/дл	31–38,5	34,7 ± 2,5	27,7 ± 2,1*
<i>MCV</i> , fl	39–50	45,1 ± 2,3	44,3 ± 0,8
Гемоглобін ( <i>HGB</i> ), г/л	80–150	132 ± 8,3	115,3 ± 4,2
Загальний білок ( <i>T. Protein</i> ), г/л	54–77	70,2 ± 1,4	82,6 ± 3,8**
Альбуміни ( <i>Albumins</i> ), г/л	22–32	31,5 ± 1,2	30,9 ± 0,9
Глобуліни ( <i>Globulin</i> ), г/л	30–50	36,8 ± 1,4	50,1 ± 2,7***
Білковий коефіцієнт		0,9 ± 0,02	0,74 ± 0,01
Креатинін ( <i>Creatinine</i> ), мкмоль/л	70–165	90,2 ± 6,5	185,4 ± 25,8***
Сечовина ( <i>Urea</i> ), ммоль/л	2,0–8,0	7,2 ± 0,5	13,6 ± 1,9**
Глюкоза ( <i>Glucose</i> ), ммоль/л	3,2–6,4	4,8 ± 0,2	6,4 ± 0,6*
ГГТ ( <i>GGT</i> ), од/л	1,8–10	3,1 ± 0,7	3,4 ± 0,2
Лужна фосфатаза ( <i>ALP</i> ), од/л	8,0–28,0	27,2 ± 1,7	29,9 ± 2,6
Білірубін загальний ( <i>T. Bilirubin</i> ), мкмоль/л	3,0–12,0	4,4 ± 0,3	23,1 ± 6,7**
АлАТ ( <i>ALT</i> ), од/л	19–52,5	40,4 ± 3,1	44,3 ± 3,6
АсАТ ( <i>AST</i> ), од/л	9–29	21,6 ± 2,5	60,1 ± 5,9***
Коефіцієнт Де Рітіса ( <i>De Ritis coefficient</i> ), од/л	1,3–1,6	1,1 ± 0,4	1,64 ± 0,1
$\alpha$ -амілаза ( <i><math>\alpha</math>-Amylase</i> ), од/л	450–1550	720 ± 25,3	1669,9 ± 116,7***

Примітки: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$ 

## Обговорення

Вірусні хвороби серед домашніх тварин надзвичайно розповсюджені, а найчастіше реєструються шлунково-кишкові, серед яких ентерити інфекційного походження становляють серйозну проблему практично в усіх країнах, оскільки собаки і коти, незалежно від породи і віку, схильні до цих захворювань (Sereda et al., 2016; Leal et al., 2020). Панлейкопенія на сьогодні лишається одним із найпоширеніших інфекційних захворювань котів, збудником якого є вірус родини *Parvoviridae*, а основними клінічними ознаками є анорексія, блювота, діарея, нейтропенія та лейкопенія (Kone et al., 2014; Stuetzer & Hartmann, 2014).

Проведені дослідження морфологічних показників крові показали, що за панлейкопенії у котів достовірно ( $P < 0,01$ ) зменшується кількість еритроцитів, можливо, причиною цього є інфекційний агент у крові хворих, що зумовив їх гемоліз. Водночас варто зазначити, що парвовірус уражає червоний кістковий мозок, це пов'язано з гіпоксією внаслідок патології серцево-судинної системи за цієї хвороби. Крім того, у хворих котів спостерігали достовірно зменшення кількості ( $P < 0,01$ ) лейкоцитів. На нашу думку це може бути пов'язано з тим, що вірус репродукується швидким “збиранням” у клітинах кісткового мозку, а саме – лейкоцитах. Швидкість осідання еритроцитів  $d$  крові інфікованих тварин була достовірно ( $P < 0,001$ ) вищою за норму. Цей факт ми пов'язуємо зі збільшенням концентрації у плазмі білків гострої фази, а саме: фібриногену, С-реактивного білка та імуноглобулінів. Було визначено достовірно ( $P < 0,01$ ) збільшення кількості тромбоцитів, що, можливо, пов'язано з крововтратами за ентериту. У котів за панлейкопенії достовірно збільшувалася кількість еозинофілів ( $P < 0,05$ ) (розвиток еозинофільного гастроентериту)

та моноцитів ( $P < 0,001$ ) (вплив інфекційного агента). Встановлено достовірно ( $P < 0,001$ ) збільшення кількості паличкоядерних нейтрофілів, що характеризує ядерний зсув вліво (переважання молодих форм клітин). Такі зміни характерні для запального процесу, інтоксикації за інфекційних хвороб. За панлейкопенії ядерний зсув вліво на тлі лейкопенії ми констатуємо як дегенеративний. Подібні морфологічні зміни за панлейкопенії певною мірою підтверджені в роботах закордонних авторів (Awad et al., 2018).

Результати інтерпретації біохімічних показників у котів за панлейкопенії певною мірою збігаються з даними робіт закордонних авторів (Ichijo et al., 1976; Cotmore et al., 2014), а саме достовірно збільшення ( $P < 0,05$ ) концентрації глюкози та значна гіперферментемія  $\alpha$ -амілази ( $P \leq 0,001$ ), що, на нашу думку, пов'язано з патологією підшлункової залози. Щодо впливу парвовірусу на морфофункціональний стан печінки, то його можна охарактеризувати змінами таких показників, як достовірно збільшення рівня загального білірубину та загального білка ( $P < 0,01$ ) і глобуліну ( $P \leq 0,001$ ). Достовірно підвищення рівня сечовини ( $P \leq 0,01$ ) та концентрації креатиніну ( $P \leq 0,001$ ) вказує на порушення функціонування нирок і закупорку сечовивідних каналів.

Враховуючи індекси еритроцитопоезу, які свідчать про інтенсивність дозрівання еритроцитів та насичення їх гемоглобіном в кістковому мозку, встановлено достовірно зниження середньої концентрації гемоглобіну в окремому еритроциті *MCHC* ( $P \leq 0,05$ ).

У результаті експериментальних досліджень та наукових пошуків нами було встановлено певну тождність і закономірність щодо морфологічних показників та показників еритроцитарних індексів у собак і котів при ураженні парвовірозом (Radzykhovskyy et al., 2016; Radzykhovskyy, 2017), що певною мірою

збігаються з даними робіт закордонних авторів (Gerlach et al., 2017). Дані результати, на нашу думку, відповідають тропізму вірусу і пояснюють його патогенний вплив на макроорганізм.

### Висновки

Проведені комплексні дослідження показали, що котам, хворим на панлейкопенію, притаманний складний патогенез хвороби з характерними змінами морфологічного та біохімічного складу крові і розвитком поліорганної недостатності у поєднанні з патологічною імуносупресією, яка виражена достовірним зниженням кількості лейкоцитів вдвічі, й гепаторенального синдрому, на що вказує достовірне збільшення вмісту загального білірубину в декілька разів і загального білка на 15 %, а також збільшення концентрації креатиніну та рівня сечовини майже вдвічі та панкреатиту за рахунок достовірного збільшення концентрації глюкози на 25 % і гіперферментемії  $\alpha$ -амілази вдвічі. Про розвиток анемії свідчить достовірне зниження середньої концентрації гемоглобіну в окремому еритроциті на 21 %.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Awad, R., Khalil, W., & Attallah, A. (2018). Epidemiology and diagnosis of feline panleukopenia virus in Egypt: Clinical and molecular diagnosis in cats. *Veterinary World*, 11(5), 578–584. doi: 10.14202/vetworld.2018.578-584.
- Awad, R., Khalil, W., & Attallah, A. (2018). Feline panleukopenia viral infection in cats: Application of some molecular methods used for its diagnosis. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16(2), 491–497. doi: 10.1016/j.jgeb.2018.08.001.
- Barrs, V. R. (2019). Feline Panleukopenia: A Re-emergent Disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 49(4), 651–670. doi: 10.1016/j.cvsm.2019.02.006.
- Bulashenko, A. V. (2000). *Metodychni rekomendatsiyi po vykorystannnyu elektronnoyi tablytsi EXCEL dlya obrobky materialiv naukovykh doslidzhen'* [Guidelines for the use of spreadsheet EXCEL for processing research materials]. Sumy: SumDU (in Ukrainian).
- Cotmore, S. F., Agbandje-McKenna, M., Chiorini, J. A., Mukha, D. V., Pintel, D. J., & Qiu, J. (2014). The family parvoviridae. *Archives of Virology*, 159(5), 1239–1247. doi: 10.1007/s00705-013-1914-1.
- Denysova, K. O., Holovko, V. O., & Smolyaninov, V. K. (2016). Efektyvnist' likuval'no-profilaktychnykh zakhodiv pry panleukopeniyi kotiv v umovakh pryvatnykh veterynarnykh klinik m. Kharkova [The effectiveness of treatment and prevention measures for panleukopenia of cats in private veterinary clinics in Kharkov]. *Naukovyi visnyk LNUVM ta BT im. S.Z., Gzhyts'koho*, 18(4 (72)), 130–133 (in Ukrainian).
- Gerlach, M., Proksch, A.L., Unterer, S., Speck, S., Truyen, U., & Hartmann, K. (2017). Efficacy of feline anti-parvovirus antibodies in the treatment of canine parvovirus infection. *Journal of Small Animal Practice*, 58(7), 408–415. doi: 10.1111/jsap.12676.
- Ichijo, S., Osame, S., Konishi, T., & Goto, H. (1976). Clinical and Hematological Findings and Myelograms on Feline Panleukopenia. *The Japanese Journal of Veterinary*, 38(3), 197–205. doi: 10.1292/jvms1939.38.197.
- Klytsunova, N. V., Hosteva, V. V., & Horokhova, S. L. (2005). Rasprostranennost' ynfektsyonnykh ahentov sredy domashnykh zhyvotnykh v moskovskom rehyone [Prevalence of infectious agents among pets in the Moscow region.]. *Veterynarnaya patolohyya*, 1, 39–44 (in Russian).
- Kone, M. S., Korchan, L. M., Petrenko, A. A., & Opryshko, A. L. (2014). Epizootolohichni dani panleukopeniyi kotiv ta porivnyal'na otsinka efektyvnosti skhem likuvannya v tov "biotsentr", m. Poltava [Epizootological data of panleukopenia of cats and comparative evaluation of the effectiveness of treatment schemes in the company "Biocenter"]. *Visnyk PDAA. Ser. Veterynarna medytsyna*, 1, 55–57 (in Ukrainian).
- Lamm, C. G., & Rezabek, G. B. (2008). Parvovirus infection in domestic companion animals. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 38(4), 837–850. doi: 10.1016/j.cvsm.2008.03.008.
- Leal, A., van Grieken, N. C. T., Palsgrove, D. N. et al. (2020). White blood cell and cell-free DNA analyses for detection of residual disease in gastric cancer. *Nat Commun*, 11, 525. doi: 10.1038/s41467-020-14310-3.
- Levchenko, V. I. ta in. (2010). *Metody laboratornoyi klinichnoyi diahnozyky khvorob tvaryn* [Methods of laboratory clinical diagnosis of animal diseases]. za red. V. I. Levchenka. Kyiv: Ahrarna osvita (in Ukrainian).
- Levchenko, V. I. ta in. (2017). *Klinichna diahnozyka vnutrishnykh khvorob tvaryn* [Clinical diagnosis of internal diseases of animals]. Bila Tserkva: BNAU (in Ukrainian).
- Levchenko, V. I., & Halyas, V. L. (2002). *Veterynarna klinichna biokhimiya*. [Veterinary clinical biochemistry]. Bila Tserkva (in Ukrainian).
- Lisova, V. V., & Esypenko, H. (2015). Patolohoanatomichni zminy v kotiv za panleukopeniyi [Pathological changes in cats with panleukopenia]. *Naukovyy visnyk LNUVMBT im. S.Z. Gzhyts'koho*, 17(1(61)), 79–83 (in Ukrainian).
- Meyer, D. (2007). *Veterynarnaya laboratornaya medytsyna. Ynterpretatsyya y dyahnozyka* [Veterinary laboratory medicine. Interpretation and diagnosis]. Dzh. Kharvy; per. s anhl. Moskva: Sofyon, 295–300 (in Russian).
- Morozenko, D. V., & Radchenko, M. V. (2015). Normatyvni biokhimichni pokaznykyk syrovatky krovi domashnykh kishok: suchasnyy pohlyad na problemu [Regulatory biochemical parameters of serum of domestic cats: a modern view of the problem]. *Molodyy vchenyy*, 12(27), 8–10 (in Ukrainian).
- Nikonov, A. A., & Polovinkina, O. V. (2017). Rasprostraneniye virusnykh bolezney koshek v gorode Tyumeni [The spread of viral diseases of cats in the city of Tyumen]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy*

- zhurnal, 11(65), 53–56. doi: 10.23670/IRJ.2017.65.013 (in Russian).
- Radzykhovs'kyy, M. L. (2017). Pokaznyky erytrotsytopenozu u sobak za parvovirusnoho enterytu. Naukovyy visnyk veterynarnoyi medytsyny [Indicators of erythropoiesis in dogs with parvovirus enteritis]. Naukovyy visnyk veterynarnoi medytsyny, 2(136), 97–101. URL: [https://nvvm.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/vet/nvvm\\_2\\_2017\\_radsikhovskii\\_n.pdf](https://nvvm.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/vet/nvvm_2_2017_radsikhovskii_n.pdf) (in Ukrainian).
- Radzykhovs'kyy, M. L., Dyshkant, O. V., & Rozumnyuk, A. V. (2016). Morfolohichni ta biokhimichni pokaznyky krovi sobak urazhenykh parvovirusnym enterytom [Morphological and biochemical parameters of blood of dogs affected by parvovirus enteritis]. Veterynarna biotekhnolohiya. Byuleten' Instytutu veterynarnoyi medytsyny NAAN. Kyiv, 29, 226–232 (in Ukrainian).
- Sereda, O. M., Nedosykov, V. V., & Polupan, I. M. (2016). Rol' parvovirusnoyi infektsiyi v nozologichnomu profili infektsyinykh khvorob sobak i kotiv u misti Kyievi. Veterynarna biotekhnolohiya. Byuleten' Instytutu veterynarnoyi medytsyny NAAN, 28, 254–259 (in Ukrainian).
- Stuetzer, B., & Hartmann, K. (2014). Feline parvovirus infection and associated diseases. Vet J, 201(2), 150–155. doi: 10.1016/j.tvjl.2014.05.027
- Truyen, U., & Parrish, C. R. (2013). Feline panleukopenia virus: its interesting evolution and current problems in immunoprophylaxis against a serious pathogen. Vet Microbiol, 165(1-2), 29–32. doi: 10.1016/j.vetmic.2013.02.005.
- Uyllard, M. D. (2004). Laboratornaya dyahnostyka v klynyke melkykh domashnykh zhyvotnykh [Laboratory diagnostics in the clinic of small pets]. Pod. red. V.V. Makarova; Per. s anhl. L. Y. Evlevoy, H. N. Pymochkynoy, E. V. Svyrydovoy. Moskva.: OOO “Akvaryum buk” (in Russian).
- V'junov, V. D. (2021). Vzyatyie krovi u zhyvotnykh [Taking blood from an animal website] veb-sayt. URL: [https://kotonay.ru/articles/vzyatie-krovi-u-zhivotnykh/\(data\\_zvernennyya\\_29.09.2021\)](https://kotonay.ru/articles/vzyatie-krovi-u-zhivotnykh/(data_zvernennyya_29.09.2021)) (in Russian).
- Yashchenko, Y. A. (2019). Hemobartonellëz koshek (épyzootycheskaya sytuatsyya, patolofoanatomicheskiye yzmenenyia, lechenye) [Hemobartonellosis of cats (epizootic situation, pathological changes, treatment)]: avtoref. dys. ... kand. vet. nauk : 03.02.11. Stavropol' (in Russian).