

УДК 591.85:598.28/29

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.2.352477>

А. Ю. Кравцова

Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди

вул. Алчевських, 29, м. Харків, 61002, Україна

anastasiiia.kravtsova@hnpu.edu.ua

ORCID: 0009-0002-2471-1862

ПОКАЗНИКИ ЛЕЙКОЦИТАРНОЇ ФОРМУЛИ КРОВІ ТА ГЕТЕРОФІЛ-ЛІМФОЦИТАРНОГО ІНДЕКСУ ПРЕДСТАВНИКІВ РЯДУ *PASSERIFORMES*

У статті описано результати аналізу лейкоцитарної формули та гетерофіл-лімфоцитарного індексу представників різних видів ряду Горобцеподібні (*Passeriformes*) з двох локацій – Національного природного парку (НПП) «Гомільшанські ліси» та регіонального ландшафтного парку (РЛП) «Нижньоворсклянський». У НПП «Гомільшанські ліси» досліджено 53 особини 8 видів з 4 родин птахів ряду Горобцеподібні (*Passeriformes*). У РЛП «Нижньоворсклянський» було досліджено 78 особин 10 видів з 7 родин горобцеподібних птахів. Установлено, що найбільш кількісними є показники лімфоцитів – від $45,33 \pm 9,02$ у зяблика звичайного (НВП) до $73,15 \pm 3,35$ у синиці великої (ГЛ) та гетерофіли, які мали значення в межах від 30–38%, що узгоджується з референтними значеннями для *Passeriformes*. Лейкоцитарна формула представників ряду Горобцеподібні (*Passeriformes*) у НПП «Гомільшанські ліси» перебувала у межах референтних значень. Гетерофіл-лімфоцитарний індекс мав низький і середній рівень, тобто на даній ділянці був відсутній фізіологічний стрес. Лейкоцитарна формула досліджених горобцеподібних птахів у РЛП «Нижньоворсклянський» перебувала у межах референтних значень, за винятком вільшанки з показником моноцитів $11,25 \pm 1,37$, що вказує на можливий інфекційний процес при оптимальному гетерофіл-лімфоцитарному індексу. За показниками гетерофіл-лімфоцитарного індексу підвищені показники відмічені у зяблика звичайного $1,01 \pm 0,42$, що може свідчити про виражений стресовий вплив. Отримані дані розширюють наявні знання про фізіологічні показники представників *Passeriformes* та створюють основу для подальших досліджень у галузі екологічної фізіології та охорони птахів

Ключові слова: лейкоцитарна формула, гетерофіли, лімфоцити, гетерофіл-лімфоцитарний індекс, фізіологічний стрес.

Вступ. Лейкоцитарна формула та гетерофіл-лімфоцитарний індекс (Н/Л) є ключовими гематологічними показниками, що відображають стан здоров'я, рівень стресу та імунну реактивність птахів. Гетерофіли та лімфоцити, як найбільш динамічні та чутливі лейкоцитарні популяції, змінюють свої кількісні пропорції залежно від впливу внутрішніх і зовнішніх факторів – інфекцій, фізіологічного стресу, віку, умов середовища. Саме тому аналіз лейкоцитарної формули в комплексі зі співвідношенням Н/Л дозволяє виявляти фізіологічні порушення, оцінювати стан імунної системи та діагностувати приховані стресові фактори у диких популяціях. Узагальнення наукових даних (Davis, Maney, & Maerz, 2008; Jones, 2015; Maxwell, & Robertson, 1998) свідчить, що Н/Л є стабільним, чутливим та інформативним показником для оцінки хронічного стресу, а його інтерпретація у поєднанні з характеристиками окремих типів лейкоцитів дає цілісне уявлення про фізіологічний статус особини.

Незважаючи на незначну кількість робіт (Drahulian, Chaplygina, & Savynska, 2018; Davis, Maney, & Maerz, 2008; Skwarska, 2018), інтерпретація лейкоцитарної формули у диких птахів залишається проблемною, оскільки нормальні діапазони кількісних показників лейкоцитів

суттєво відрізняються між видами, віковими групами, сезонами та екологічними умовами. Це ускладнює відбір індикаторів стресу та створення універсальних діагностичних критеріїв.

Гетерофіли – центральні клітини вродженого імунітету – швидко реагують на будь-які зміни внутрішнього середовища, а їх співвідношення з лімфоцитами є одним із найбільш стабільних маркерів фізіологічного стресу. Для горобцеподібних, як екологічно пластичних, але чутливих до антропогенних впливів птахів, цей показник є особливо інформативним (Maxwell, & Robertson, 1998).

Урбанізація, шум, радіаційне забруднення, зміни клімату, паразитарний прес та зниження якості середовищ існування призводять до хронічного стресу у птахів. Н/Л індекс дозволяє виявляти фізіологічні порушення, які не проявляються зовні, але мають значний вплив на виживання й репродуктивний успіх популяцій (Skwarska et al., 2022; Carbó-Ramírez, & Zuria, 2017; Davis, Maney, & Maerz, 2008).

Наукові дослідження показують, що Н/Л пов'язаний з міграційними навантаженнями, конкуренцією у виводку (Muriel, Vida, & Gil, 2020), сезонними змінами фізіологічного стану, паразитарними захворюваннями та навіть поведінковими характеристиками (наприклад, репертуаром співу) (Sepp, Sild, & Hörak, 2010). Отже, цей індекс може слугувати універсальним інструментом для комплексного аналізу стану особини.

Вивчення лейкоцитарної формули та Н/Л дає змогу оцінювати не лише індивідуальний стан, але й загальний фізіологічний «фон» популяції, що є важливим для видів, які переживають вплив стресорів середовища або входять у вразливі групи (Carbó-Ramírez, & Zuria, 2017; Sepp, Sild, & Hörak, 2010).

Аналіз сучасних літературних джерел доводить, що дослідження лейкоцитарної формули та гетерофіл-лімфоцитарного індексу горобцеподібних птахів є надзвичайно актуальним. Дослідження цих показників у горобцеподібних має як фундаментальне значення для розуміння імунології та фізіології птахів, а також для екологічного моніторингу, оцінки добробуту диких популяцій і розробки природоохоронних заходів.

Мета дослідження. Визначити та проаналізувати показники лейкоцитарної формули крові та гетерофіл-лімфоцитарного індексу (Н/Л) горобцеподібних птахів, що мешкають на території НПП «Гомільшанські ліси» та РЛП «Нижньоворсклянський», з метою оцінки їх фізіологічного стану, рівня стресового навантаження та особливостей імунної реактивності під впливом природних та антропогенних факторів цих екосистем.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проведено у Національному природному парку «Гомільшанські ліси» (ГЛ) у Харківській області і у регіональному ландшафтному парку «Нижньоворсклянський» (НВП) Полтавської області у квітні 2023 і 2024 року відповідно. Матеріалом для досліджень слугували мазки крові, які зібрані у польових умовах у НПП «Гомільшанські ліси» та були представлені 53 особинами 8 видами 4 родинами горобцеподібних птахів, мав таке видове різноманіття: синиця велика (*Parus major* Linnaeus, 1758) – 20 особин, дрізд співочий (*Turdus philomelos* Brehm, 1831) – 10 особин, зяблик звичайний (*Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758) – 11 особин, зеленяк звичайний (*Chloris chloris* Linnaeus, 1758) – 3 особини, дрізд чорний (*Turdus merula* Linnaeus, 1758) – 3 особини, костогриз звичайний (*Coccothraustes coccothraustes* Linnaeus, 1758) – 2 особини, вільшанка (*Erithacus rubecula* Linnaeus, 1758) – 2 особини, щиглик (*Carduelis carduelis* Linnaeus, 1758) – 2 особини.

У Нижньоворсклянському парку було досліджено 78 особин 10 видів 7 родин горобцеподібних птахів, а саме: дрізд співочий (*Turdus philomelos* Brehm, 1831) – 26 особин, дрізд чорний (*Turdus merula* Linnaeus, 1758) – 13 особин, зеленяк звичайний (*Chloris chloris* Linnaeus, 1758) – 16 особин, зяблик звичайний (*Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758) – 3 особини, костогриз звичайний (*Coccothraustes coccothraustes* Linnaeus, 1758) – 2 особини, вільшанка (*Erithacus rubecula* Linnaeus, 1758) – 5 особин, вівсянка звичайна (*Emberiza citrinella* Linnaeus, 1758) – 3 особини, горобець польовий (*Passer montanus* Linnaeus, 1758) – 4 особини, синиця велика

(*Parus major* Linnaeus, 1758) – 4 особини, сойка звичайна (*Garrulus glandarius* Linnaeus, 1758) – 2 особини.

Відлов птахів здійснювався за допомогою орнітологічних павутинних сіток, забір крові відбирали із підкрилової вени, згодом виготовляли мазки крові на чистих, знежирених скельцях (Campbell, & Grant, 2022).

Мазки висушували на повітрі до повного висихання, після цього проводили фіксування за допомогою метанолу (Owen, 2011).

Фарбування мазків виконували завдяки експрес методу Лейкоциф 200 (LDF 200) згідно інструкції. За допомогою світлового мікроскопу «Optica» відбувався розрахунок лейкоцитарної формули, суть якого полягає у розрахунку 100 клітин та визначення їх відсоткового співвідношення. Статистична обробка результатів проводилася у програмному забезпеченні Microsoft Office Excel 2016 у якому відбувався розрахунок середньої арифметичної величини (M), середньої арифметичної похибки та середнього арифметичного відхилення.

Дослідження проводилися з дотриманням норм біоетики відповідно до вимог «Конвенції про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі» (Бернська конвенція, 1979). Відповідно до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986), а також Закон України «Про тваринний світ» ВВР, 2002, № 14, ст. 97. Закон України «Про захист тварин від жорстокого поводження» ВВР, 2006, № 27, ст. 230 і Положення про Комітет з питань етики (біоетики) (Нормативний документ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України. Наказ від 19.11.2012 р. № 1287).

Результати та їх обговорення. Лейкоцити у птахів поділяються на 5 типів: гетерофіли, базофіли, еозинофіли, лімфоцити та моноцити. Гетерофіл являється найпоширенішим гранулоцитом, який виявлений у периферичній крові (рис.1). Ядро містить грубо згорнутий хроматин і зазвичай має два-три сегменти, цитоплазма безбарвна. Гетерофілія може бути пов'язана з гострими або хронічними запальними та інфекційними захворюваннями, стресом або може бути виявлена у молодих птахів (Jones, 2015).

Еозинофіли мають округлу форму з блідо-блакитною цитоплазмою. Гранули еозинофілів здебільшого округлі, хоча розмір, форма і колір можуть відрізнятися у різних видів птахів. У порівнянні з гранулами гетерофілів, еозинофільні гранули мають яскравіший колір, така різниця пояснюється вищою концентрацією аргініну в гранулах еозинофілів. Етіологія еозинофілії у птахів часто може бути нез'ясованого генезу. Еозинофілія може бути пов'язана з пошкодженням тканин, паразитарними захворюваннями або алергічним станом, але це не завжди так, еозинопенія рідко зустрічається у птахів. Базофіли зустрічаються в мазках крові птахів в малих кількостях. Базофільні гранули в цитоплазмі мають невеликі розміри. Їхню участь в запальних та алергічних реакціях, зокрема при респіраторних захворюваннях та хламідійних інфекціях (Jones, 2015).

Лімфоцити мають кругле ядро, а також високе ядерно-цитоплазматичне співвідношення, становлять до 70% циркулюючих лейкоцитів, поділяються за розміром на малі, середні та великі лімфоцити. Малі або середні лімфоцити є найпоширенішими з 3 типів лімфоцитів у периферичній крові (рис. 2). Лімфоцитоз не є звичайним явищем у птахів, хоча явне збільшення може спостерігатися при певних інфекційних захворюваннях. Лімфопенія може виникати у випадку вираженого збільшення гетерофілів.

Моноцити мають найбільші розміри у порівнянні з іншими лейкоцитами та різну форму, їх часто плутають з великими лімфоцитами, ядро кругле, дволопате, цитоплазма синьосіра. Моноцити є фагоцитарними клітинами, потрапляючи в тканини, вони трансформуються в макрофаги (Jones, 2015).

Нами було проведено розрахунки лейкоцитарної формули крові досліджених видів птахів. У (табл. 1) наведено показники лейкоцитарної формули крові різних представників видів ряду Горобцеподібні (Passeriformes). Для кожного виду подано середні значення ($M \pm m$) відносного вмісту основних видів лейкоцитів: гетерофілів, еозинофілів, моноцитів,

лімфоцитів і базофілів, де окремо визначено для ділянки «ГЛ» («Гомільшанські ліси») та «НВП» («Нижньоворсклянський» парк). Також було визначено гетерофіл-лімфоцитарний індекс (Г/Л), який є інформативним показником фізіологічного стресу у птахів (табл. 1).

Аналіз показників лейкоцитарної формули ряду Горобцеподібні (Passeriformes) показав, що найбільш поширеними клітинами були лімфоцити з пропорціями від $45,33 \pm 9,02$ у зяблика звичайного (НВП) до $73,15 \pm 3,35$ у синиці великої (ГЛ).

У більшості видів відсоток лімфоцитів у лейкограмі перевищує 50%, що є типовим для диких птахів. Частка гетерофілів у більшості досліджених видів коливається в межах від 30-38%, що узгоджується з референтними значеннями для Passeriformes. Виняток становить синиця велика, у якої в обох парках зафіксовано значно нижчий рівень гетерофілів ($21,75 \pm 3,26$ та $23 \pm 2,73\%$ відповідно), що може вказувати на імунологічну специфіку виду. Рівень еозинофілів сигналізує про алергічні та паразитарні навантаження. Значення коливаються від $0,8 \pm 0,50$ у синиці великої (ГЛ) до $4,66 \pm 0,66$ у зяблика звичайного (НВП), проте значення залишаються низькими, що характерно для здорових птахів.

Частка моноцитів у більшості досліджених видів помірна і складає від $3,09 \pm 0,60$ до $7,5 \pm 0,5$ (табл. 1). Вищі значення спостерігаються у зеленяка звичайного $8,72 \pm 0,73$ і дрозда співочого $8,78 \pm 0,53$ з території НВП. У вільшанки з НВП зафіксовано найбільші показники моноцитів – $11,25 \pm 1,37$, що може бути зумовлено активнішою участю моноцитів у фагоцитозі у весняний період. Базофіли у більшості видів зберігаються на рівні $\leq 1\%$, найбільші значення спостерігали у горобця польового $3 \pm 0,57$ і синиці великої $3 \pm 1,22$ обидва види з НВП, хоча і вони також відповідають нормальним показникам.

Гетерофіл-лімфоцитарний індекс мав найнижчі значення у синиці великої $0,30 \pm 0,05$ і $0,36 \pm 0,06$ у (ГЛ і НВП), що свідчить про низький рівень стресу та вказує на підвищену стресостійкість або інший тип фізіологічної адаптації. У більшості видів індекс коливається в межах $0,4-0,77$, що характерно для відносно стабільного фізіологічного стану. Підвищені показники відмічені у зяблика звичайного (до $1,01 \pm 0,42$ у НВП), що може сигналізувати про виражений стресовий вплив.

Загалом лейкоцитарна формула представників ряду Горобцеподібні перебувала у межах референтних значень, за винятком вільшанки з показником моноцитів $11,25 \pm 1,37$ (табл. 1), що вказує на можливий інфекційний процес, хоча у даного виду гетерофіл-лімфоцитарний індекс знаходився у межах норми.

Отримані дані аналізу лейкоцитарної формули горобцеподібних птахів загалом узгоджуються з попередніми дослідженнями, що описують широкий спектр фізіологічних відповідей на дію вікових,

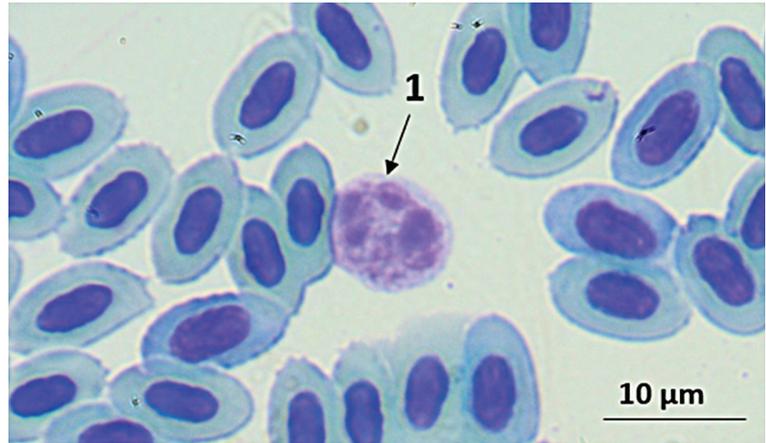


Рис. 1. Мазок крові вільшанки (*Erithacus rubecula* Linnaeus, 1758). Гістонпрепарат (Лейкоциф 200, x1000). 1 – гетерофіл.

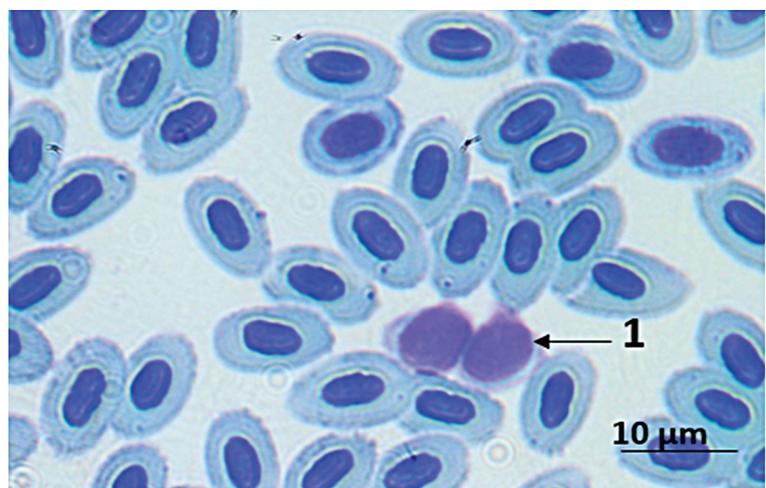


Рис. 2. Мазок крові зеленяка звичайного (*Chloris chloris* Linnaeus, 1758). Гістонпрепарат (Лейкоциф 200, x1000). 1 – лімфоцит.

Таблиця 1

Показники лейкоцитарної формули крові Passeriformes (M±m)

Вид n(ГЛ)/n(НВП)	Гетерофіли		Еозинофіли		Моноцити		Лімфоцити		Базофіли		Г/Л індекс	
	ГЛ	НВП	ГЛ	НВП	ГЛ	НВП	ГЛ	НВП	ГЛ	НВП	ГЛ	НВП
Дрізд співочий <i>Turdus philomelos</i> 10/26	33,9 ± 1,53	36,05 ± 1,57	1,3 ± 0,34	3,36 ± 0,31	3,5 ± 0,65	8,78 ± 0,53	60,1 ± 1,36	50,21 ± 1,81	1,2 ± 0,26	1,57 ± 0,25	0,57 ± 0,03	0,75 ± 0,06
Дрізд чорний <i>Turdus merula</i> 3/13	33,66 ± 4,80	36,55 ± 2,39	1,33 ± 0,88	1,88 ± 0,26	4,33 ± 1,20	8,33 ± 0,40	60,33 ± 6,69	51,88 ± 1,98	0,33 ± 0,33	1,33 ± 0,47	0,59 ± 0,16	0,72 ± 0,07
Зеленяк звичайний <i>Chloris chloris</i> 3/16	32 ± 2,64	33,90 ± 2,83	1,66 ± 0,33	2,90 ± 0,39	4,33 ± 0,88	8,72 ± 0,73	61,66 ± 2,96	52,90 ± 3,21	0,33 ± 0,33	1,54 ± 0,41	0,52 ± 0,07	0,69 ± 0,09
Зяблик звичайний <i>Fringilla coelebs</i> 11/3	31 ± 2,62	38,66 ± 9,82	1,27 ± 0,40	4,66 ± 0,66	3,09 ± 0,60	8,66 ± 0,33	64,18 ± 2,39	45,33 ± 9,02	0,45 ± 0,20	2,66 ± 0,88	0,50 ± 0,05	1,01 ± 0,42
Костоприз звичайний <i>Coccothraustes coccothraustes</i> 2/2	32,5 ± 3,5	35,5 ± 1,5	1,5 ± 0,5	2,5 ± 0,5	5 ± 1	7,5 ± 0,5	59,5 ± 2,5	54 ± 2	1,5 ± 0,5	0,5 ± 0,5	0,54 ± 0,08	0,65 ± 0,05
Вільшанка <i>Erythacus rubecula</i> 2/5	30 ± 3	36,25 ± 3,01	1,5 ± 0,5	3,5 ± 0,64	5 ± 1	11,25 ± 1,37	63 ± 2	48 ± 2,64	0,5 ± 0,5	1 ± 0,40	0,47 ± 0,06	0,77 ± 0,09
Вівсянка звичайна <i>Emberiza citrinella</i> 0/3	-	34 ± 4	-	1 ± 0	-	6 ± 1	-	56,5 ± 3,5	-	2,5 ± 0,5	-	0,60 ± 0,10
Горобець польовий <i>Passer montanus</i> 0/4	-	30,66 ± 6,76	-	3 ± 0,57	-	8,33 ± 0,88	-	55 ± 6,11	-	3 ± 0,57	-	0,60 ± 0,21
Слищія велика <i>Parus major</i> 20/4	21,75 ± 3,26	23 ± 2,73	0,8 ± 0,50	2,5 ± 0,64	3,55 ± 0,86	6 ± 1,22	73,15 ± 3,35	65,5 ± 4,33	0,75 ± 0,53	3 ± 1,22	0,30 ± 0,05	0,36 ± 0,06
Сойка звичайна <i>Garrulus glandarius</i> 0/2	-	25,5 ± 5,5	-	3 ± 1	-	7 ± 2	-	63 ± 3	-	1,5 ± 0,5	-	0,40 ± 0,10
Шиглик <i>Carduelis carduelis</i> 2/0	22,5 ± 4,5	-	1,5 ± 0,5	-	4 ± 1	-	71,5 ± 5,5	-	0,5 ± 0,5	-	0,32 ± 0,08	-

сезонних, екологічних та антропогенних чинників. Відомо, що перебіг постембріонального розвитку супроводжується зниженням частки лімфоцитів та збільшенням вмісту гетерофілів і моноцитів, що відзначено для *Parus major* у природних популяціях (Drahulian, Charlygina, & Savynska, 2018). Це відповідає загальним уявленням про формування імунної системи у птахів та поступовий перехід до більшої ролі неспецифічних механізмів імунітету.

Порівняння показників лейкоцитарної формули з даними інших авторів свідчить про значну мінливість імунологічних параметрів, що відображають як видові особливості, так і вплив умов середовища. Встановлено, що базові рівні лейкоцитів у *Parus major* знаходяться у діапазоні, подібному до результатів (Davis, Maney, & Maerz, 2008), а співвідношення гетерофілів до лімфоцитів (Г/Л індекс) демонструє статеві відмінності (Skwarska, 2018). Це підкреслює значення репродуктивної фізіології як фактора, здатного модулювати стресові та імунні реакції.

Аналіз екологічних чинників у різних видів вказує на високу чутливість лейкоцитарних параметрів до умов середовища. Так, у зеленьків утримання в неволі не спричиняє зростання Г/Л індексу, що свідчить про їхню здатність ефективно адаптуватися до змінених умов (Sepp, Sild, & Hõrak, 2010). Водночас інші види демонструють виразну реакцію на градієнти урбанізації: у міських популяціях вищі рівні лімфоцитів, еозинофілів і Г/Л індексу пов'язують з підвищеним інфекційним та антропогенним тиском (Carbó-Ramírez, & Zuria, 2017; Ribeiro, Baesse, Cury, & de Melo, 2020; Ribeiro et al., 2022). Це дозволяє розглядати лейкоцитарний профіль як інформативний інструмент для оцінки якості середовища та ступеня антропогенного впливу.

Дослідження птахів у природних екосистемах також показують ключову роль сезонних змін. У *Parus major* Г/Л індекс максимальний у період розмноження й першого линання (Pap, Vágási, & Tökölyi, 2010), що підтверджує фізіологічну ціну репродуктивної активності. Подібні тенденції виявлено й у інших видів, де сезонні коливання пов'язують зі змінами енергетичного навантаження, кліматичних умов та доступності їжі (Jakubas, Wojczulanis-Jakubas, & Glac, 2011; Banbura et al., 2013; Skwarska et al., 2022).

Крім того, імунологічні експерименти підтверджують, що штучне підсилення імунної відповіді наприклад, імунізація *Brucella abortus* спричиняє зростання Г/Л індексу у *Parus major* (Krams et al., 2012), що вказує на універсальність цього показника як маркера імунної активації та стресу. У диких популяціях його ефективність доведена також у скельних патагонських папуг (Plischke, Quillfeldt, & Lubjuhn, 2009) та інших видів, де Г/Л індекс корелює з кліматичними змінами (Quero, Zarco, Ordovini, Méndez, & Gorla, 2025).

Загалом, літературні дані підтверджують, що лейкоцитарний профіль і співвідношення гетерофілів до лімфоцитів є чутливим індикатором фізіологічного стану здатними відображати широкий спектр стресорів – від вікових та сезонних до екологічних і антропогенних. Це робить їх цінним інструментом у функціональній екології, орнітології та біомоніторингу, зокрема при оцінці стану популяцій у динамічно змінюваних природних і урбанізованих ландшафтах.

Висновки. Проведене дослідження лейкоцитарної формули та гетерофіл-лімфоцитарного індексу (H/L) у представників ряду Горобцеподібні (Passeriformes), що мешкають на території НПП «Гомільшанські ліси» та РЛП «Нижньоворсклянський», дозволило комплексно оцінити їхній фізіологічний стан, імунну реактивність та рівень стресового навантаження під впливом природних і антропогенних чинників. Отримані дані свідчать, що лейкоцитарна формула більшості досліджених видів перебуває у межах референтних значень для диких птахів, а домінування лімфоцитів та помірна частка гетерофілів підтверджують стабільний функціональний стан імунної системи. Водночас окремі відхилення, зокрема підвищений вміст моноцитів у вільшанки та підвищений H/L індекс у зяблика звичайного, можуть свідчити про локальні інфекційні або стресові впливи середовища.

Гетерофіл-лімфоцитарний індекс показав високу інформативність як маркер хронічного стресу: найнижчі значення у синиці великої вказують на значну стресостійкість виду, тоді як у більшості інших представників індекс залишався у межах, що відповідають задовільному фізіологічному стану. Порівняння з даними літератури підтверджує, що зміни лейкоцитарних параметрів у горобцеподібних відображають комплексний вплив вікових, сезонних, екологічних та антропогенних факторів.

Результати дослідження засвідчують, що аналіз лейкоцитарної формули у поєднанні з Н/Л індексом є ефективним інструментом для моніторингу здоров'я диких популяцій птахів. Ці показники дозволяють своєчасно виявляти фізіологічні порушення, оцінювати якість середовища існування та визначати потенційні стресори, що особливо важливо в умовах зростання антропогенного тиску. Отримані дані можуть бути використані для подальших екологічних, фізіологічних та природоохоронних досліджень, а також для розробки комплексних програм моніторингу стану птахів у природних екосистемах України.

INDICATORS OF THE LEUKOCYTE FORMULA OF BLOOD AND THE HETEROPHIL-LYMPHOCYTE INDEX OF REPRESENTATIVES OF THE ORDER PASSERIFORMES

Kravtsova A.

H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Kharkiv, Ukraine

The article describes the results of the analysis of the leukocyte formula and heterophil-lymphocyte index of representatives of various species of the order Passeriformes from two locations – the National Nature Park (NNP) “Homilshanski Forests” and the regional landscape park (RLP) “NyzhnioVorsklianskyi”. In the “Homilshanski forests” national nature park, 53 individuals of 8 species from 4 families of birds of the order Passeriformes were studied. In the “NyzhnioVorsklianskyi” regional landscape park, 78 individuals of 10 species from 7 families of passerine birds were studied. It was found that the most quantitative indicators were lymphocytes – from 45.33 ± 9.02 in the common chaffinch (NVP) to 73.15 ± 3.35 in the great tit (GL) and heterophiles, which had values ranging from 30-38%, which is consistent with the reference values for Passeriformes. The leukocyte formula of representatives of the order Passeriformes in the “Homilshanski forests” national nature park was within the reference values. The heterophil-lymphocyte index was low to moderate, indicating that there was no physiological stress in this area. The leukocyte formula of the passerine birds studied in the “NyzhnioVorsklianskyi” regional landscape park was within the reference values, with the exception of the willow warbler, with a monocyte count of 11.25 ± 1.37 , indicating a possible infectious process with an optimal heterophil-lymphocyte index. According to the heterophil-lymphocyte index, elevated values were observed in the common chaffinch (1.01 ± 0.42), which may indicate a pronounced stress effect. The data obtained expand the existing knowledge about the physiological indicators of Passeriformes and create a basis for further research in the field of ecological physiology and bird conservation.

Keywords: leukocyte formula, heterophils, lymphocytes, heterophil-lymphocyte index, physiological stress.

REFERENCES

- Banbura, J., Skwarska, J., Banbura, M., Gladalski, M., Holysz, M., Kalinski, A. ... Zielinski, P. (2013) Spatial and Temporal Variation in Heterophil-toLymphocyte Ratios of Nestling Passerine Birds: Comparison of Blue Tits and Great Tits. *PLoS ONE*, 8 (9), 1-8. doi: 10.1371/journal.pone.0074226. eCollection 2013.
- Campbell, T. W., & Grant, K. R. (2022). *Exotic Animal Hematology and Cytology*. 5th ed. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/9781119660293>.
- Carbó-Ramírez, P., & Zuria, I. (2017). Leukocyte profile and body condition of the house finch (*haemorhous mexicanus*) in two sites with different levels of urbanization in central mexico. *Ornitología Neotropical*, 28, 1-10. doi: 10.58843/orneo.v28i0.218.
- Davis, A. K., Maney, D. L., & Maerz, J. C. (2008). The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology*, 22, 760-772. doi: 10.1111/j.1365-2435.2008.01467.x.
- Drahulian, M., Chaplygina, A., & Savynska, N. (2018). Clinical blood analysis of the great tit *Parus major*. *ScienceRise*, 3, 11-14. doi: 10.15587/2313-8416.2018.127387.
- Jakubas, D., Wojczulanis-Jakubas, K., & Glac, W. (2011). Variation of the Reed Bunting (*Emberiza schoeniclus*) Body Condition and Haematological Parameters in Relation to Sex, Age and Season. *Annales Zoologici Fennici*, 48 (4), 243-250. doi: 10.5735/086.048.0405.

- Jones, M. P. (2015). Avian hematology. *Clinics in laboratory medicine*, 35 (3), 649-659. doi: 10.1016/j.cll.2015.05.013.
- Konventsia pro okhoronu dykoi flory ta fauny i pryrodnykh seredovyshch isnuvannia v Yevropi* [Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats]. (1979). Bern. Retrieved from <https://rm.coe.int/16802efd67> [in Ukrainian].
- Krams, I., Vrublevska, J., Cirule, D., Kivleniece, I., Krama, T., Rantala, M. J. ... Hörak, P. (2012). Heterophil/lymphocyte ratios predict the magnitude of humoral immune response to a novel antigen in great tits (*Parus major*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 161 (4), 422-428. doi: 10.1016/j.cbpa.2011.12.018.
- Maxwell, M. H., & Robertson, G. W. (1998). The avian heterophil leucocyte: a review. *World's Poultry Science Journal*, 54 (2), 155-178. doi: 10.1079/wps19980012
- Muriel, J., Vida, C., & Gil, D. (2020). Ontogeny of leukocyte profiles in a wild altricial passerine. *Journal of Comparative Physiology B*, 191, 195-206. doi: 10.1007/s00360-020-01323-z.
- Owen, J. (2011). Collecting, processing, and storing avian blood: a review. *Journal of Field Ornithology*, 82 (4), 339-354. doi: 10.1111/j.1557-9263.2011.00338.x
- Pap, P. L., Vágási, C. I., & Tökölyi, J. (2010). Variation in haematological indices and immune function during the annual cycle in the Great Tit *Parus major*. *Ardea*, 98 (1), 105-112. doi: 10.5253/078.098.0113.
- Plischke, A., Quillfeldt, P., Lubjuhn, T. (2009). Leucocytes in adult burrowing parrots *Cyanoliseus patagonus* in the wild: variation between contrasting breeding seasons, gender, and individual condition. *J Ornithol*, 151, 347-354. doi: 10.1007/s10336-009-0461-8.
- Quero, A., Zarco, A., Ordovini, D., Méndez, S., & Gorla, N. (2025). Hematological profiles of wild birds in the central Monte Desert, Argentina: first records. *Veterinaria México OA*, 12, 1-28. doi: 10.22201/fmvz.24486760e.2025.1400.
- Ribeiro, P. V. A., Baesse, C. Q., Cury, M. C., & de Melo, C. (2020). Leukocyte profile of the helmeted manakin, *Antilophia galeata* (Passeriformes: Pipridae) in a Cerrado forest fragment. *Zoologia*, 37, 1-9. doi: 10.3897/zoologia.37.e46441.
- Ribeiro, P. V. A., Gonçalves, V. F., de Magalhães Tolentino, V. C., Baesse, C. Q., Pires, L. P., Mendes Paniago, L. P., & de Melo, C. (2022). Effects of urbanisation and pollution on the heterophil/lymphocyte ratio in birds from Brazilian Cerrado. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 40204-40212. doi: 10.1007/s11356-022-19037-w.
- Sepp, T., Sild, E., & Hörak, P. (2010). Hematological Condition Indexes in Greenfinches: Effects of Captivity and Diurnal Variation. *Physiological and Biochemical Zoology*, 83 (2), 276-282. doi: 10.1086/648580.
- Skwarska, J. (2018). Variation of heterophil-to-lymphocyte ratio in the Great Tit *Parus major* – a review. *Acta Ornithologica*, 53 (2), 103-114. doi: 10.3161/00016454AO2018.53.2.001.
- Skwarska, J., Podstawczyńska, A., Bańbura, M., Gladalski, M., Kalinski, A., Markovski, M. ... Bańbura, J. (2022). Effects of ambient temperature during the nestling stage on a stress indicator in nestling pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *International Journal of Biometeorology*, 66, 139-148. doi: 10.1007/s00484-021-02199-6.
- Yevropeiska konventsia pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, shcho vykorystovuiutsia dlia doslidnykh ta inshykh naukovykh tsiliakh* [European convention on the protection of vertebrate animals used for research and other scientific]. (1986). Strasburh. Retrieved from: <https://rm.coe.int/16802efd6f> [in Ukrainian].

Одержано 02.12.2025 р.
Прийнято до друку 22.12.2025 р.