

УДК: 591.111.1

Гематологічні показники у південно-полярного поморника *Catharacta maccormicki*: лейкоцитарна формула та гетерофіл-лімфоцитарний індекс
М.О.Курса, С.В.Демидов, В.Ф.Безруков, А.С.Пустовалов

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка (Київ, Україна),
maryna.kursa@gmail.com*

Уперше проведено дослідження ряду гематологічних показників південно-полярного поморника (*Catharacta maccormicki*, Aves, Charadriiformes). Серед досліджених параметрів: лейкоцитарна формула, частота лейкоцитів та гетерофіл-лімфоцитарний індекс (показник хронічного стресу для птахів). Проби крові (від 162 птахів) були зібрані на о. Галіндез (65° 15' S, 64° 15' W; Аргентинський архіпелаг, Антарктика) у лютому 2002 р. Середнє значення показників лейкограми: 51,9±1,3 % гетерофілів, 0,14±0,04 % еозинофілів, 2,3±0,2 % базофілів, 0,71±0,1 % моноцитів та 45,0±1,2 % лімфоцитів. Лейкоцити зустрічались в середньому з частотою 41,8±1,9 на 10,000 зрілих еритроцитів. Середнє значення гетерофіл-лімфоцитарного індексу дорівнювало 1,52±0,09. Зважаючи на нещодавні зміни в навколишньому середовищі в Антарктиці, встановлені особливості досліджених показників периферійної крові поморника можуть слугувати основою для подальших досліджень у рамках екологічного моніторингу.

Ключові слова: *Catharacta maccormicki*, південно-полярний поморник, гетерофіл-лімфоцитарний індекс (співвідношення кількості гетерофілів до кількості лімфоцитів), лейкоцитарна формула, Антарктика.

Вступ

Стан популяції птахів Антарктики – одна з основних тем біологічних досліджень 4-го міжнародного полярного року (Loonen, 2006). Розміри та ареали популяцій значною мірою залежать від умов навколишнього середовища, забруднення, паразитів та інших факторів. У зв'язку з поточними змінами клімату, що спостерігаються, та прогнозуванням подальших змін, особливо в Полярних регіонах, знання можливостей захисту та адаптації біоти від несприятливого впливу набуває великого значення. Однак мало відомо про показники стану здоров'я диких птахів. Особливо це стосується антарктичних видів, що зумовлено передусім їх географічною віддаленістю та ізоляваністю (Loonen, 2006).

Серед методів оцінки стану популяції важливе місце займають гематологічні дослідження. Кров є чутливим та інформативним індикатором стану захисних сил організму. Вона швидко реагує на дію несприятливих факторів і може слугувати одним із ранніх показників забруднення навколишнього середовища (Болотников, Соловьев, 1980; Болотников и др., 1983; Dein, 1986; Campbell, 1995). Показано, що розвиток стресу у птахів пов'язаний з проявом ряду негативних наслідків, у тому числі зі змінами резистентності організму до інфекційних хвороб та зниженням продуктивності птахів (Болотников, Соловьев, 1980; Болотников и др., 1983; Moreno et al., 2002; Edler et al., 2004). Стресуючі фактори змінюють кількісний та якісний склад циркулюючої крові, що забезпечує зміну як специфічної, так і неспецифічної резистентності. Це зумовило підвищення інтересу до гематологічних досліджень антарктичних птахів. Важливу інформацію про стан здоров'я особини можна отримати за допомогою аналізу таких гематологічних параметрів, як лейкоцитарна формула (лейкограма) та гетерофіл-лімфоцитарний індекс, які характеризують зміни загального стану захисних сил організму у відповідь на тиск навколишнього середовища.

Лейкоцитарна формула визначається для вираження процентного співвідношення різних типів лейкоцитів, що входять до системи імунного захисту організму. Кожен тип (фракція) лейкоцитів відіграє свою роль у захисті організму. Патологічні форми лейкопенії та лейкоцитозу зазвичай розвиваються внаслідок зміни кількості різних типів лейкоцитів. Оцінка імунного статусу на основі лейкоцитарної формули є одним із загальних методів оцінки стану здоров'я птахів (Болотников, Соловьев, 1980; Болотников и др., 1983; Dein, 1986; Campbell, 1995). Зміни в периферійній крові відображають процеси, які відбуваються в цілому організмі. У той же час, зміни лейкоцитарної формули не є специфічними і можуть відображати відповідь організму на різноманітні стресуючі фактори (Болотников, Соловьев, 1980; Болотников и др., 1983; Campbell, 1995).

Відношення кількості гетерофілів до кількості лімфоцитів (Г/Л індекс) сьогодні використовують як один з репрезентативних фізіологічних параметрів хронічного (довготривалого) стресу та індикатор стану здоров'я птахів (Gross, Siegel, 1983; Gross, 1992; Maxwell, 1993; Vleck et al., 2000). Особливості функції цих фракцій лейкоцитів дозволяють коректніше оцінити рівень довготривалого стресу, ніж

шляхом виміру концентрації кортикостерону, що використовують як показник недавнього короточасного впливу факторів стресу (Gross, Siegel, 1983; Maxwell, 1993; Vleck et al., 2000). Зміни гетерофіл-лімфоцитарного індексу супроводжують багато стресорних факторів (інфекційні ураження, паразитні інвазії, голод, дефіцит води, різкі коливання або екстремальні значення температури, соціальні фактори, період гніздування та викормлення пташенят) і нерідко є неспецифічними (Gross, 1992; Altan et al., 2000; Vleck et al., 2000; Edler et al., 2004). Однак діагностичне значення цього параметра залишається значним, оскільки відображає реакцію організму на стресуючий вплив різноманітних фізіологічних і патологічних факторів. При цьому дійсним показником стресу вважається одночасне збільшення кількості гетерофілів та зменшення кількості лімфоцитів (Болотников и др., 1983; Gross, Siegel, 1983; Maxwell, 1993). Зазначені параметри можна визначити за допомогою аналізу фіксованих мазків крові, які відносно легко готуються в польових умовах при дослідженні диких птахів.

У даній роботі ми наводимо перші базові дані про гематологічні параметри (лейкоцитарна формула, Г/Л індекс) південно-полярного поморника (*Catharacta maccormicki* Saunders, 1893).

Матеріали та методи

Зразки периферійної крові 162 дорослих південно-полярних поморників *Catharacta maccormicki* (Saunders, 1893, Aves, Charadriiformes) зібрано на острові Галіндез та двох близько розташованих островах – Скуа та Вінтер (65°15' S, 64°15' W; район української антарктичної станції Академік Вернадський, Аргентинський архіпелаг, Антарктика) під час періоду гніздування, в лютому 2002 р. (антарктичне літо). Інших видів поморника на островах не зафіксовано (Naveen, 2003; Ritz et al., 2006).

Мазки робили стандартним методом на місці взяття проби (Справочник ..., 1975). Препарати фіксували в 96% етанолі 30 хвилин. Фіксовані препарати зберігались в сухому місці до проведення аналізу. Для якісного забарвлення ядер та гранул формених елементів крові використовували комбінацію двох барвників за Папенгеймом: 3 хв. 2% Май-Грюнвальд; 1 хв. дистильована вода; 10 хв. 2% Гімзи (Болотников, Соловьев, 1980). Аналізували мазки під світловим мікроскопом під імерсією при збільшенні $\times 1000$ (90 \times 10,5).

Гематологічні дослідження проводили згідно зі стандартними методиками для птахів (Болотников, Соловьев, 1980; Campbell, 1995). Визначали 100 лейкоцитів та загальну кількість лейкоцитів на 10,000 зрілих еритроцитів. Потім розраховували Г/Л індекс, процентне співвідношення лейкоцитів (лейкограма) та кількість різних типів лейкоцитів на 10,000 еритроцитів.

Для визначення лейкоцитарної формули підраховували 100 лейкоцитів методом меандра, потім долю кожної фракції виразили у процентах (Болотников, Соловьев, 1980). Г/Л індекс визначали як відношення кількості гетерофілів до кількості лімфоцитів. Частоту окремих фракцій лейкоцитів визначали із загальної кількості лейкоцитів на 10,000 зрілих еритроцитів.

Для визначення особин з високим рівнем стресу значення Г/Л індексу були впорядковані за інтервалами згідно формули Стерджеса (Лакин, 1990) та розподілені на дві групи: модальну (значення, які часто зустрічались) та маргінальну (крайні значення). Для порівняльної оцінки середніх величин використовували t-критерій Стьюдента зі ступенями свободи N-2 (N=162). Для визначення кореляційного зв'язку – коефіцієнт Пірсона (Лакин, 1990). Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми Statistica 6.0.

Результати та обговорення

Лейкограма піддана індивідуальним коливанням, але середні дані можуть певною мірою охарактеризувати особливості виду в цілому (Болотников, Соловьев, 1980). Згідно із сучасними уявленнями, лейкоцити птахів представлені такими фракціями: гетерофіли (псевдоеозинофіли), еозинофіли, базофіли, лімфоцити, моноцити. У птахів не існує єдиної для всього класу картини крові, вона сильно варіює навіть у близьких видів (Болотников, Соловьев, 1980). Морфологія лейкоцитів відрізняється у різних видів, і іноді виникають труднощі при ідентифікації різних фракцій. Зважаючи на це, ми описали деякі особливості морфології лейкоцитів *C. maccormicki*.

Гетерофіли є досить крупними сегментоядерними (як правило, 2–3 лопати) клітинами з безколірною цитоплазмою. Головною характерною ознакою є характер зернистості цитоплазми. Гранули гетерофілів, які заповнюють майже всю цитоплазму, мають вигляд яскраво-оранжевих продовгуватих веретен із загостреними кінцями. Довжина та ступінь загостреності гранул варіює в одній і тій самій клітині. Ядра мають, як правило, дво- або трилопатову форму, хроматин сіро-синього кольору. Гранули еозинофілів, на відміну від гранул гетерофілів, мають округлу форму, а цитоплазма забарвлюється у світлий ніжно-блакитний колір.

Базофіли також є крупними округлими клітинами. Ядра мають дво- або трилопатову форму, що не є характерним для базофілів птахів (Maxwell, 1973; Болотников, Соловьев, 1980). Цитоплазма забарвлюється в сірувато-синій колір та щільно заповнена дрібними округлими пурпурно-фіолетовими гранулами.

Незернисті форми лейкоцитів представлені лімфоцитами та моноцитами. Лімфоцити поморника морфологічно подібні до лімфоцитів багатьох птахів. Форма варіює від округлої до овальної (великі), колір – від темно-синього до світлого сірувато-синього (великі). Невеликий об'єм цитоплазми, ядро округлої або овальної (великі лімфоцити) форми. Моноцити також виглядають типово: крупні клітини, зазвичай із бобоподібним ядром та відносно великим об'ємом цитоплазми, що забарвлюється в синьо-сірий колір.

Процентне співвідношення типів лейкоцитів в периферійній крові поморника показано в табл. 1. Переважаючими за кількістю клітинами в крові поморника є гетерофіли, хоча лімфоцити також зустрічались часто. Базофіли та моноцити представлені невеликою часткою. Еозинофіли зустрічались у незначній кількості.

Таблиця 1.

Середнє співвідношення типів лейкоцитів та Г/Л індекс для *C. massormicki* (N=162), SE=стандартна похибка; CI=довірчий інтервал

Параметр	Середнє \pm SE	min-max	CI (0,95%)	Дисперсія σ^2
Гетерофіли	51,9 \pm 1,3	15–86	2,61	283,2
Лімфоцити	45,0 \pm 1,2	12–80	2,41	241,4
Моноцити	0,7 \pm 0,1	0–12	0,21	1,9
Базофіли	2,3 \pm 0,2	0–12	0,39	6,2
Еозинофіли	0,14 \pm 0,04	0–3	0,08	0,26
Г/Л індекс	1,52 \pm 0,09	0,19–7,17	0,19	1,44

Загалом, лейкоцитарна формула південно-полярного поморника суттєво не відрізняється від нормальних лейкограм багатьох досліджених видів птахів. Показники, наведені в таблиці, практично не відхиляються від показників лейкограми близькоспорідненого виду великого поморника *C. skua* (Bearhop et al., 1999): у *C. skua* процент гетерофілів дорівнював 44,9 \pm 9,34 %; лімфоцитів – 34,4 \pm 8,34 %; базофілів – 2,81 \pm 1,97; моноцитів – 5,45 \pm 1,97 %. Процент моноцитів у *C. massormicki* був менший за процент, зазначений для *C. skua*, але обидва значення – у межах норми (0–6). Причину такої різниці можна пояснити видовою специфікою. Процент еозинофілів у *C. massormicki* (0,14 \pm 0,04 %) значно менший, ніж у *C. skua* (12,3 \pm 5,86 %). Цю розбіжність також можна пояснити видовою специфікою, однак еозинофілія рідко зустрічається в нормі (0–5 %) у гемограмі птахів та часто свідчить про паразитарну інвазію та алергічні реакції (Болотников, Соловьев, 1980; Болотников и др., 1983; Edler et al., 2004).

Лейкоцитарна формула є чутливим індикатором імунного статусу та загального стану здоров'я птахів та їх відповіді на тиск навколишнього середовища (Болотников, Соловьев, 1980; Болотников и др., 1983; Dein, 1986; Campbell, 1995). Однак значення має не тільки процентне співвідношення всіх форм лейкоцитів, але й їх загальна кількість. Абсолютна концентрація лейкоцитів дає більш точну картину, ніж диференціальний підрахунок: кожний вид лейкоцитів являє собою окрему клітинну систему зі своїми власними функціями, механізмами контролю й реакцій. У лейкограмі зміни процентної кількості однієї фракції можуть бути обумовлені збільшенням інших. Отже, цей показник відображає зміни в картині периферійної крові з іншого боку.

Частоту кожної фракції лейкоцитів відносно еритроцитів також було визначено для кожної особини. Середнє значення загальної частоти лейкоцитів на 10,000 еритроцитів дорівнювало 41,1 \pm 1,9. Середня частота різних фракцій лейкоцитів була наступною: 21,1 \pm 1,1 гетерофілів, 18,8 \pm 1,3 лімфоцитів, 0,3 \pm 0,1 моноцитів, 0,9 \pm 0,1 базофілів, та 0,06 \pm 0,02 еозинофілів. Частота лейкоцитів варіювала серед особин: від 1,9 до 80 для гетерофілів, від 2,7 до 161 для лімфоцитів, від 0 до 6,6 для моноцитів, від 0 до 6,6 для базофілів та від 0 до 1,6 для еозинофілів. Загалом лейкоцити складали в середньому 0,41% від числа еритроцитів.

Відомо, що збільшення співвідношення кількості гетерофілів до кількості лімфоцитів (Г/Л індекс) свідчить про наявність стресу і використовується як фізіологічний індекс хронічного стресу птахів (Gross, Siegel, 1983; Maxwell, 1993; Vleck et al., 2000). Середнє значення Г/Л індексу для південно-полярного поморника дорівнювало 1,52 \pm 0,09. Для порівняння, Г/Л індекс дорівнював 0,60 для чайок *Larus marinus* та *Larus argentatus* (Averbeck, 1992), 1,65 для курчат білого легорна (Gross, 1992), 0,25 \pm 0,02 для курчат бройлерів (Altan et al., 2000), 0,71 (Vleck et al., 2000) та 1,35 \pm 0,08 (Rushkovsky et al., 2006) для пінгвінів аделі *Pygoscelis adeliae*, 2,3 (Hawkey et al., 1985) для пінгвінів дженту *P. rapua*,

1,19±0,72 для самців та 1,13±0,84 для самок магелланова пінгвіна *Spheniscus magellanicus* (Moreno et al., 2002).

При визначенні можливих зв'язків між досліджуваними параметрами ми припустили, що оптимальні значення (або норма) зустрічаються частіше та входять до основної частини розподілу. І, навпаки, «хвости» розподілу (крайні значення) відображають суттєві відхилення від нормального стану здоров'я птахів (інфекції, захворювання, голод, etc). Для визначення особливостей картини крові у птахів з крайніми значеннями Г/Л індексу (індикатора стресу) ми порівняли середні значення частот фракцій лейкоцитів між групами. Значення, що ввійшли до модальної групи, лежать в межах 0,01–2,0 (N=124), до маргінальної групи були віднесені крайні значення – від 2,01 до 7,17 (N=38). За допомогою критерію Стьюдента виявлено статистично достовірну різницю в групах між частотою гетерофілів ($t=7,37$, d.f.=160, $p<0,001$), лімфоцитів ($t=5,95$, d.f.=160, $p<0,001$), моноцитів ($t=2,88$, d.f.=160, $p<0,01$) та базофілів ($t=7,2$, d.f.=160, $p<0,001$). Різницю не виявлено для еозинофілів, що зустрічались як поодинокі клітини ($t=0,26$, $p>0,05$). При порівнянні лейкоцитарної формули між групами отримані подібні результати.

Таким чином, збільшення Г/Л індексу пов'язано зі збільшенням кількості гетерофілів та зменшенням кількості лімфоцитів. Кореляційний аналіз також показав наявність позитивної кореляції між Г/Л індексом та частотою гетерофілів ($r=0,55$, d.f.=160, $p<0,01$) і негативної кореляції з частотою лімфоцитів ($r=-0,38$, $p<0,01$), що відповідає літературним даним та підтверджує можливість використання цих даних для оцінки рівня стресу (Болотников и др., 1983; Gross, Siegel, 1983; Maxwell, 1993). Частота моноцитів та базофілів була більш нижчою в маргінальній групі, і також спостерігалась негативна кореляція між Г/Л індексом та частотами базофілів ($r=-0,33$; d.f.=160, $p<0,01$) і моноцитів ($r=-0,20$, $p<0,05$). Отримані результати підтверджують припущення щодо зв'язку між показниками лейкограми та індексом стресу, що може бути пояснено загальною функцією лейкоцитів як захисту організму від стресуючих факторів.

Отже, аналіз мазків крові дозволяє отримати важливі дані про стан здоров'я птахів. Враховуючи нещодавні зміни в навколишньому середовищі в Антарктиці, дані, приведені для південно-полярного поморника, можуть слугувати основою для подальших досліджень в рамках екологічного моніторингу.

Список літератури

- Болотников И.А., Соловьев Ю.В. Гематология птиц. – Л.: Наука, 1980. – 116с.
- Болотников И.А., Михкеева В.С., Олейник Е.К. Стресс и иммунитет птиц. – Л.: Наука, 1983. – 118с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352с.
- Справочник по клиническим лабораторным методам исследования / Под ред. Е.А.Кост. – М.: Медицина, 1975. – 384с.
- Altan O., Altan A., Cabuk M., Bayraktar H. Effects of heat stress on some blood parameters in broilers // Turk. J. Vet. Animal Sci. – 2000. – Vol.24. – P. 145–148.
- Averbeck C. Haematology and blood chemistry of healthy and clinically abnormal Great Black-backed Gulls (*Larus marinus*) and Herring Gulls (*Larus argentatus*) // Avian Pathol. – 1992. – Vol.21. – P. 215–223.
- Bearhop S., Griffiths R., Orr K., Furness R. The normal haematology of Great Skuas (*Catharacta skua*) in the wild // Comp. Haemat. Int. – 1999. – Vol.9. – P. 107–109.
- Campbell T.W. Avian hematology and cytology. – Second Ed. – Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, 1995. – 104p.
- Dein F.J. Hematology // In: G.J.Harrison, L.R.Harrison (eds): Clinical avian medicine and surgery. – Saunders, Philadelphia, 1986. – P. 174–191.
- Edler R., Klump G., Friedl T. Do blood parasites affect reproductive performance in male red bishops (*Euplectes orix*)? A test of the Hamilton–Zuk hypothesis // Ethol. Ecol. and Evol. – 2004. – Vol.16. – P. 315–328.
- Gross W. Effects of ascorbic acid on stress and disease in chickens // Avian Dis. – 1992. – Vol.36. – P. 688–692.
- Gross W., Siegel H. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as measure of stress in chicken // Avian Dis. – 1983. – Vol.27. – P. 972–979.
- Hawkey C., Samour H., Henderson G., Hart M. Haematological findings in captive Gentoo Penguins (*Pygoscelis papua*) with bumblefoot // Avian Pathol. – 1985. – Vol.14. – P. 251–256.
- Loonen M.J. Health of Arctic and Antarctic bird populations (coordinating project). IPY Activity ID No: 172. – <http://loonen.fmns.rug.nl/ipy/main.htm>. – 2006.
- Maxwell M.H. Comparison of heterophil and basophil ultrastructure in six species of domestic birds // J. Anat. – 1973. – Vol.115, №2. – P. 187–202.
- Maxwell M. Avian blood leucocyte responses to stress // World's Poultry Sci. J. – 1993. – Vol.49. – P. 34–43.
- Moreno J., Yorio P., Garcia-Borboroglu P. et al. Health state and reproductive output in Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) // Ethol. Ecol. and Evol. – 2002. – Vol.14, №1. – P. 19–28.

- Naveen R. Compendium of Antarctic Peninsula visitor sites. – Second Ed. – Oceanites, Inc. USA, 2003. – 382p.
- Ritz M.S., Hahn S., Janicke T., Peter H.-U. Hybridisation between South polar skua (*Catharacta maccormicki*) and Brown skua (*C. antarctica lonnbergi*) in the Antarctic Peninsula region // *Polar Biol.* – 2006. – Vol.29, №3. – P. 153–159.
- Rushkovsky S., Afanasieva K., Bezrukov V. Correlation between chromosomal instability and some morphophysiological characteristics of Gentoo penguin's nestlings // *Bulgarian Antarctic Research. Life Science.* – 2006. – Vol.5. – P. 15–21.
- Vleck C.M., Vertalino N., Vleck D., Bucher T.L. Stress, corticosterone, and heterophil to lymphocyte ratios in free-living Adelie penguins // *Condor.* – 2000. – Vol.102. – P. 392–400.

Гематологические показатели у южно-полярного поморника *Catharacta maccormicki*: лейкоцитарная формула и гетерофил-лимфоцитарный индекс
М.А.Курса, С.В.Демидов, В.Ф.Безруков, А.С.Пустовалов

Впервые проведено исследование ряда гематологических показателей южно-полярного поморника (*Catharacta maccormicki*, Aves, Charadriiformes). Среди исследуемых параметров: лейкоцитарная формула, частота лейкоцитов и гетерофил-лимфоцитарный индекс (показатель хронического стресса птиц). Пробы крови (от 162 птиц) были собраны на о. Галиндез (65° 15' S, 64° 15' W; Аргентинский архипелаг, Антарктика) в феврале 2002 г. Среднее значение показателей лейкограммы: 51,9±1,3 % гетерофилов, 0,14±0,04 % эозинофилов, 2,3±0,2 % базофилов, 0,71±0,1 % моноцитов и 45,0±1,2 % лимфоцитов. Лейкоциты встречались в среднем с частотой 41,8±1,9 на 10,000 зрелых эритроцитов. Среднее значение гетерофил-лимфоцитарного индекса было 1,52±0,09. Принимая во внимание недавние изменения в окружающей среде Антарктики, установленные особенности исследуемых показателей периферической крови поморника могут служить основой для дальнейших исследований в рамках экологического мониторинга.

Ключевые слова: *Catharacta maccormicki*, южно-полярный поморник, гетерофил-лимфоцитарный индекс (соотношение количества гетерофилов к количеству лимфоцитов), лейкоцитарная формула, Антарктика.

Haematological parameters in the South Polar Skua *Catharacta maccormicki*: white blood cell differential and heterophil/lymphocyte ratio
M.O.Kursa, S.V.Demidov, V.F.Bezrukov, A.S.Pustovalov

The baseline data on white blood cell (WBC) differential and the ratio of heterophils to lymphocytes (H/L) for free-living South Polar Skua (*Catharacta maccormicki*, Aves, Charadriiformes) was obtained. The measured parameters include WBC differential, leukocytes number (related to erythrocytes number), and H/L ratio (an index of avian chronic stress). Analyzed blood smears were collected on Galindez Island (65° 15' S, 64° 15' W; Argentine Archipelago, Antarctica) in February of 2002. Mean WBC differential was 51,9±1,3 % heterophils, 0,14±0,04 % eosinophils, 2,3±0,2 % basophils, 0,71±0,1 % monocytes and 45,0±1,2 % lymphocytes. The mean total leukocyte number was 41,8±1,9 per 10,000 erythrocytes. The average H/L ratio was 1,52±0,09. Taking into account the recent environmental changes in Antarctic region, the particularities of haematological parameters presented for this species could be a valuable tool in future researches in frame of ecological monitoring.

Key words: *Catharacta maccormicki*, South Polar Skua, heterophil/lymphocyte ratio, white blood cell differential, Antarctica.

Представлено С.П.Малишевою
Рекомендовано до друку В.В.Мартиненко