




original article | UDC 636.52/58:636.083:591.044:591.111 | doi: 10.31210/visnyk2021.04.20

DIAGNOSTIC VALUE OF INTEGRATED IMMUNE-HEMATOLOGICAL INDICES AS MARKERS OF ACUTE STRESS IN HENS

 Yu. V. Osadcha^{1*}
G. I. Sakhatsky²

 ORCID  [0000-0003-4126-2456](https://orcid.org/0000-0003-4126-2456)
ORCID  [0000-0002-6763-0846](https://orcid.org/0000-0002-6763-0846)
¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

² Pryazov State Technical University, 7, Universytetska str., Mariupol, Donetsk region, 87555, Ukraine

 *Corresponding author
E-mail: seledat@ukr.net

How to Cite

 Osadcha, Yu. V., & Sakhatsky, G. I. (2021). Diagnostic value of integrated immune-hematological indices as markers of acute stress in hens. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 162–170. doi: 10.31210/visnyk2021.04.20

The results of studying the information of integrated immune-hematological indices as markers of acute stress in hens with short-term negative effects of environmental factors are presented. For this purpose, in the conditions of a modern complex on food eggs production, 3 groups of hens were formed, each of which was kept in a separate cage-analogue as to the area and equipment. At the age of 52 weeks, 10 blood samples were taken from hens of each of the 3 groups, from which the control group was formed. In the future, each group was exposed to negative environmental factors. In particular, the hens of the 2nd group were deprived of feed, the 3rd group – of light, and in the 4th group, hens were kept with a significant overcrowding. Blood samples were taken 24 hours after the factors' impact onset and integrated immune-hematological indices were calculated based on hemogram parameters. It has been shown that a comprehensive assessment of integrated immune-hematological indices based on extended total blood test is informative in assessing the development and severity of stress in hens due to short-term effect of adverse environmental factors. Under the influence of negative environmental factors, regardless of their nature, there was an increase in the indices of leukocyte shift, immune reactivity, heterophils to lymphocytes ratio, lymphocytes to ESR ratio, heterophils to monocytes ratio, lymphocytes to monocytes ratio and lymphocytes to eosinophiles ratio. This indicates a shift of the leukocyte formula to the left, the predominance of nonspecific protective cells, which occurs due to the functional increase in the proliferative activity of bone marrow and is expressed in increased heterophils, their increased activity in the microphage-macrophage immune response system and indicates the presence of high levels of endogenous intoxication in the body and impaired immunological reactivity; this can also inform about the autoimmune nature of the pathological process. At the same time, there was a decrease in lymphocyte-granulocyte, total and leukocyte indices, which confirms the shift of the leukocyte formula to the left and indicates the dominance of cell activation of the immune system, shows an active adaptive response of white blood and reduced nonspecific anti-infection protection as a result of intoxication, as well as reflects hypertensive reactions of immediate type over delayed type reactions. In addition, a simultaneous increase in the leukocyte shift index and a decrease in the lymphocyte-granulocyte index indicate the development of endogenous intoxication in hens and impaired immunological reactivity due to autointoxication of the body during the destruction of its own cells. Also, differences in the degree of immunological disorders based on the blood indices of hens depending on the nature of the influencing factor were revealed.

Key words: hens, environmental factors, integrated immune-hematological indices, immunological reactivity, stress.

ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ІМУНОГЕМАТОЛОГІЧНИХ ІНДЕКСІВ ЯК МАРКЕРІВ ГОСТРОГО СТРЕСУ У КУРЕЙ

Ю. В. Осадча¹, Г. І. Сахацький²

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

² Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, Україна

Представлено результати дослідження інформативності інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів гострого стресу у курей за короткострокового впливу на їх організм негативних факторів навколишнього середовища. Для цього в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць сформували 3 групи курей, кожну з яких утримували в окремій клітці-аналозу за площею та устаткуванням. У віці 52 тижні у курей кожної з 3-х груп відбирали по 10 зразків крові, з яких було сформовано контрольну групу. Надалі кожна група була піддана впливу негативних факторів навколишнього середовища. Зокрема, кури 2-ї групи були позбавлені корму, 3-ї групи – світла, а 4-ї групи – утримувались за значного переуцільнення поголів'я. Проби крові відбирали через 24 години після початку впливу факторів і на основі показників гемограми розраховували інтегральні імуногематологічні індекси. Показано, що комплексна оцінка інтегральних імуногематологічних індексів на основі розширеного загального аналізу крові є інформативною в оцінці розвитку та ступеня тяжкості стресового стану організму курей зумовленого короткостроковим впливом негативних факторів навколишнього середовища. За впливу негативних факторів навколишнього середовища, незалежно від їх природи, спостерігалось підвищення індексів зсуву лейкоцитів, імунореактивності, співвідношення гетерофілів та лімфоцитів, лімфоцитів та ШОЕ, гетерофілів та моноцитів, лімфоцитів та моноцитів, а також лімфоцитів та еозинофілів. Це вказує на зсув лейкоцитарної формули вліво, перевагу неспецифічних захисних клітин, що відбувається внаслідок функціонального підвищення проліферативної активності кісткового мозку і виражається у збільшенні кількості гетерофілів, підвищенні їх активності у мікрофагально-макрофагальній системі імунної відповіді та свідчить про наявність в організмі курей високого рівня ендогенної інтоксикації і порушення імунологічної реактивності, а також може інформувати про аутоімунний характер патологічного процесу. Водночас відбувалось зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного, загального та лейкоцитарного індексів, що підтверджує зсув лейкоцитарної формули в ліво та свідчить про домінування активації клітинної ланки системи імунітету, вказує на активну адаптивну реакцію білої крові та зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації, а також відображає переважання реакцій гіперчутливості негайного типу над реакціями уповільненого типу. Крім цього, одночасне підвищення індексу зсуву лейкоцитів та зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного індексу свідчить про розвиток ендогенної інтоксикації у курей та порушення у них імунологічної реактивності внаслідок автоінтоксикації організму під час деструкції власних клітин. Виявлено відмінності ступеню імунологічних порушень за індексами крові курей залежно від природи фактору впливу.

***Ключові слова:** кури, фактори навколишнього середовища, інтегральні імуногематологічні індекси, імунологічна реактивність, стрес.*

Вступ

В умовах зростаючої спеціалізації, концентрації та інтенсифікації птахівництва актуальним є вивчення впливу основних технологічних параметрів кліткового утримання на біологічні особливості курей [5]. У період адаптації до технологічних процесів організм птиці постійно зазнає впливу негативних факторів середовища утримання – стресорів, які через нервову і ендокринну системи викликають морфологічні і функціональні зміни в органах і тканинах, що супроводжується зниженням продуктивності, природної резистентності організму та зміною поведінки курей у групі [9, 27]. Тому вивчення стресів в умовах промислових технологій утримання курей та визначення ступеня впливу зовнішніх факторів на фізіологічний стан птиці є необхідною умовою розроблення нових методів профілактики стресів в умовах вибору оптимальних способів їх утримання [17].

Однак єдиного підходу до діагностики стресів у птахівництві досі не існує [3]. Усі методи мають свої переваги і недоліки, що потребує обережного вибору маркеру стресу. Водночас, переконливо доведена ефективність методів діагностики стресу у курей, заснованих на вивченні гормонального статусу, морфологічних показників крові, базових біохімічних констант організму і показників

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

резистентності, та використання зазначеного підходу для визначення впливу технологічних факторів на організми птиці, а також відповідності технологічних параметрів фізіологічним потребам курей [6, 26].

Одним з непрямих методів оцінки стресового стану у птиці, який базується саме на морфологічних показниках крові, є визначення співвідношення у ній гетерофілів і лімфоцитів [15, 20, 22]. Оскільки доведено [8], що під час розвитку стресового стану цей показник збільшується внаслідок підвищеної проліферації гемопоетичних стовбурових клітин, збільшення вироблення гетерофілів та за рахунок абортивного викиду незрілих клітин гетерофілів із кісткового мозку в кров і міграції лімфоцитів з нього у тканини. Крім того, зміни співвідношення гетерофілів і лімфоцитів корелюють з концентрацією кортикостерону у крові курей та пропорційні ступеню впливу стресорів різної природи [32, 33].

Співвідношення гетерофілів і лімфоцитів є ні чим іншим, як інтегральним імуногематологічним індексом, який в гуманній медицині відомий як індекс Кребса [30]. Крім нього в гуманній медицині використовують цілу панель імуногематологічних індексів, які непрямим чином віддзеркалюють стан імунної системи і характер перебігу запального процесу в організмі [2, 25, 28, 31].

Останнім часом маркерну панель, до якої належать індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ або індекс Кребса), індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ), загальний індекс (ЗІ), індекс імунореактивності (ІПР), індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСНМ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), лейкоцитарний індекс (ЛІ) та індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ), використовують і у тваринництві [1, 12, 29, 35]. Тому *мета* роботи полягала у визначенні інформативності інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів гострого стресу у курей за короткострокового впливу на їх організм негативних факторів навколишнього середовища.

Матеріали і методи досліджень

В якості об'єкта досліджень використовували яєчних курей промислового стада «Hy-Line W-36». Досліди з експериментальними тваринами проводили відповідно до правил Європейської конвенції про захист хребетних тварин (Офіційний вісник Європейського Союзу L276/33, 2010).

В умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць у пташнику площею 2915 м² сформували 3 групи курей, кожна з яких утримували в окремій клітці-аналогу за площею та устаткуванням, виробництва «Big Dutchman» (Німеччина). У віці 52 тижні у курей кожної з 3-х груп відбирали по 10 зразків крові, з яких було сформовано контрольну групу обсягом 30 гол. Надалі кожна група була піддана впливу негативних факторів навколишнього середовища. Зокрема, кури 2-ї групи були позбавлені корму, 3-ї групи – світла, а 4-ї групи – утримувались за значного переуцільнення поголів'я (табл. 1). Експозиція впливу фактору у всіх групах складала 24 години, після чого визначали морфологічні показники крові курей.

1. Схема дослідю

Характеристика	Група курей			
	1	2	3	4
Фактор навколишнього середовища	контроль (до впливу фактору)	відсутність корму світла		підвищена щільність утримання
Тривалість впливу фактору, год.	24			
Кількість кліток на поверсі	1176			
Кількість голів у клітці	101		161	
Щільність посадки, гол./м ²	24,9		39,7	
Забезпеченість площею, см ² /гол	401,4		251,8	
Площа клітки, см ²	40544			
Кількість ніпелів у клітці, шт.	12			
Фронт годівлі, см	7,2		4,5	
Площа пташника, м ²	2915			

Морфологічні показники крові курей-несучок визначали на гематологічному аналізаторі Micros 60 (Horiba Ltd.) у лабораторії «Бальд» (сертифікат №LB/02/2016). Для цього брали по 30 проб крові об'ємом 1,0–1,5 мл у несучок кожної групи.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Для оцінки адаптаційного і загального реактивного імунологічного потенціалу курей визначали інтегральні імуногематологічні індекси: інтоксикації (індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК)), активності запалення (індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ або індекс Кребса) або гетерофільно-лімфоцитарний коефіцієнт, індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ), загальний індекс (ЗІ)) та неспецифічної реактивності (індекс імунореактивності (ІП), індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСГМ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), лейкоцитарний індекс (ЛІ), індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ) [13, 21, 25, 30].

Для визначення інформативності змін показників системи імунітету, як можливих прогностичних чинників, визначали ступінь імунологічних порушень (СІП). За наявності імунодефіциту показник був негативним «-», знак «+» свідчив про гіперфункцію імунної системи. Значення результату в межах 1–33 % трактували як I ступінь імунологічних розладів, 34–66,7 % – II ступінь, більше 66,7 % – III ступінь [2].

Отримані цифрові результати опрацьовували методами варіаційної статистики. Достовірність відмінностей між середніми величинами визначали за t-критерієм Ст'юдента, різниці вважали достовірними за $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Виявлено, що лімфоцитарний індекс (ЛІ), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ) та загальний індекс (ЗІ) знижувались за короткострокового впливу негативних факторів навколишнього середовища, тоді як індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), індекс імунореактивності (ІП), індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ) та індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСГМ) – навпаки, підвищувались (табл. 2). Зокрема, індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), який характеризує співвідношення гранулоцитів та агранулоцитів і не залежить від кількості лейкоцитів у крові [28], підвищувався за впливу факторів навколишнього середовища. Найвищий ІЗЛК виявлено у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, – на 157,5 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 56,1 % ($p < 0,001$) і 25,6 % ($p < 0,01$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно.

2. Інтегральні імуногематологічні індекси курей, ($M \pm m$, $n=30$ /група)

Індекс, од.	Група курей			
	1	2	3	4
Індекси інтоксикації				
Індекс зсуву лейкоцитів	0,40±0,011	0,66±0,012*	0,82±0,036 ^{***}	1,03±0,062 ^{****}
Індекси активності запалення				
Індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів	0,33±0,011	0,59±0,015*	0,76±0,038 ^{***}	0,98±0,065 ^{****}
Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс	18,22±0,397	13,31±0,254*	11,79±0,077 ^{***}	9,35±0,428 ^{****}
Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ	1,46±0,034	2,25±0,031*	2,50±0,004 ^{***}	2,78±0,027 ^{****}
Загальний індекс	19,68±0,379	15,56±0,272*	14,29±0,405 ^{**}	12,13±0,423 ^{****}
Індекси неспецифічної реактивності				
Індекс імунореактивності	9,71±0,319	20,01±1,138*	20,36±0,369*	20,53±1,163*
Індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів	2,96±0,124	11,47±1,160*	15,02±1,037 [°]	17,63±0,665 ^{****}
Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів	9,05±0,265	17,92±0,462*	18,77±0,906*	19,27±0,115 ^{°°}
Лімфоцитарний індекс	3,12±0,012	1,73±0,042*	1,68±0,012 ^{°°}	1,11±0,054 ^{****}
Індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів	13,48±0,204	14,61±0,228*	15,88±0,431 ^{°°}	16,92±0,138 ^{****}

Примітки: * $p < 0,001$ – порівняно з першою групою; ° $p < 0,05$, °° $p < 0,01$; °°° $p < 0,001$ – порівняно з другою групою; ' $p < 0,05$, " $p < 0,01$, "' $p < 0,001$ – порівняно з третьою групою.

У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ІЗЛК був вищим на 105,0 % ($p < 0,001$) і 24,2 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно.

У курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІЗЛК був вищим на 65,0 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. Підвищення ІЗЛК за впливу на організм курей негативних факторів навколишнього середовища, а саме за відсутності корму, світла та переуцільнення, вказує на зсув лейкоцитарної формули їх крові вліво, що свідчить про порушення імунологічної реактивності [34] і надходження в периферійну кров великої кількості «молодих» форм лейкоцитів [28].

Індекс співвідношення гетерофілів та лімфоцитів (ІСГЛ або індекс Кребса), який класично є маркером стресу [12, 20] та відображає співвідношення клітин специфічного та неспецифічного імунітету [19], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. Найвищий ІСГЛ виявлений у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переуцільнення, – на 197,0 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою, та на 66,1 % ($p < 0,001$) і 28,9 % ($p < 0,01$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, які були позбавлені корму, ІСГЛ був вищим на 130,3 % ($p < 0,001$) і 28,8 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У свою чергу, у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІСГЛ був вищим на 78,8 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. ІСГЛ характеризує активність фагоцитарних реакцій і факторів специфічного імунітету, а також їх участь у підтримці загальної реактивності організму [28], тому його підвищення за впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про перевагу в організмі курей неспецифічних захисних клітин, що відбувається внаслідок функціонального підвищення проліферативної активності кісткового мозку і виражається у збільшенні кількості гетерофілів [7].

Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ЛІГ), який дозволяє диференціювати автоінтоксикацію, викликану порушенням роботи імунної або ферментативної системи, та інфекційну інтоксикацію, а також виражає в числах ступінь зсуву лейкоцитарної формули крові [11, 13], знижувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переуцільнення, ЛІГ виявився найменшим та, водночас, нижчим на 48,7 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 29,8 % ($p < 0,001$) і 20,7 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ЛІГ був нижчим на 35,3 % ($p < 0,001$) і 11,4 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. Тоді як у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ЛІГ був нижчим на 26,9 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. Зниження ЛІГ за впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про зсув у крові курей лейкоцитарної формули вліво та підтверджує наявність аутоімунної інтоксикації [11, 21, 31]. Зниження ЛІГ також можна розглядати як порушення чинників і механізмів імунологічної реактивності [14].

Однчасне підвищення ІЗЛК та зниження ЛІГ за впливу факторів навколишнього середовища свідчить про розвиток ендогенної інтоксикації у курей та порушення імунологічної реактивності внаслідок автоінтоксикації організму під час деструкції власних клітин [21].

Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ЛІШОЕ), зміни якого свідчать про наявність інтоксикації, пов'язаної з інфекційним (зменшення ЛІШОЕ) або аутоімунним (збільшення ЛІШОЕ) процесом [18], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. Найвищий ЛІШОЕ виявлено у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переуцільнення, – на 90,4 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 23,6 % ($p < 0,001$) і 11,2 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ЛІШОЕ був вищим на 71,2 % ($p < 0,001$) і 11,1 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. Водночас, у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ЛІШОЕ був вищим на 54,1 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. Підвищення ЛІШОЕ за впливу факторів навколишнього середовища свідчить про наявність організмі курей вираженої системної запальної відповіді з високим рівнем ендогенної інтоксикації і порушенням імунологічної реактивності [31], а також підтверджує аутоімунний характер патологічного процесу [2, 21, 30, 36].

Загальний індекс (ЗІ), який є сумою лімфоцитарно-гранулоцитарного (ЛІГ) та співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ЛІШОЕ) індексів та дозволяє розрізнити характер інтоксикації на різних стадіях розвитку патологічного процесу [21], знижувався за впливу факторів навколишнього середовища. Найнижчий ЗІ виявлено у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переуцільнення, – на 38,4 % ($p < 0,001$) ніж у курей 1-ї групи та на 22,0 % ($p < 0,001$) і 15,1 % ($p < 0,001$) – ніж у курей 2-ї та 3-ї груп відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ЗІ був нижчим на 27,4 % ($p < 0,001$) і 8,2 % ($p < 0,01$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. Водночас, у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ЗІ був нижчим на 20,9 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. Зниження ЗІ за

впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про наявність в організмі курей інтоксикаційного процесу [29].

Індекс імунореактивності (ІПР), який відображає стан основних клітин-продуцентів цитокинів та дисбаланс у цитокиновому профілі [23], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, ІПР був вищим на 111,4 % ($p < 0,001$), у курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, – на 109,7 % ($p < 0,001$), а у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, – на 106,1 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. Водночас, різниці за ІПР у курей 2–4 груп, яких утримували за впливу негативних факторів навколишнього середовища, не виявлено. Підвищення ІПР під час утримання курей за впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про декомпенсацію в їх організмі ендогенної інтоксикації [10].

Індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСГМ), який свідчить про співвідношення компонентів мікрофагально-макрофагальної системи [31], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. Найвищий ІСГМ спостерігався у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, – на 495,6 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою, та на 53,7 % ($p < 0,001$) і 17,4 % ($p < 0,05$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. Водночас кури 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, характеризувались вищим ІСГМ на 407,4 % ($p < 0,001$) і 31,0 % ($p < 0,05$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІСГМ був вищим на 287,5 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. Підвищення ІСГМ за впливу негативних факторів навколишнього середовища вказує на підвищення в організмі курей активності гетерофілів у мікрофагально-макрофагальній системі імунної відповіді [24].

Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ) відображає взаємовідношення афекторної й ефекторної ланок імунологічного процесу [4], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, ІСЛМ був вищим на 112,9 % ($p < 0,001$) і 7,5 % ($p < 0,01$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, та у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІСЛМ був вищим на 98,0 % ($p < 0,001$) і 107,4 % ($p < 0,001$) відповідно, порівняно з 1-ю групою. Відмінностей між 2-ю та 3-ю групами, тобто між фактором відсутності корму та фактором відсутності світла, а також між 3-ю та 4-ю групами, тобто між факторами відсутності світла та значного переущільнення, не виявлено. Підвищення ІСЛМ свідчить про переважання в організмі курей за впливу негативних факторів навколишнього середовища ефекторної ланки неспецифічного імунологічного процесу над афекторною [29].

Лімфоцитарний індекс (ЛІ), який відображає взаємовідношення гуморальної та клітинної ланок імунної системи [21], знижувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, ЛІ був нижчим на 64,4 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 35,8 % ($p < 0,001$) і 33,9 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ЛІ був нижчим на 46,2 % ($p < 0,001$) і 2,9 % ($p < 0,01$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ЛІ був нижчим на 44,6 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. Зниження ЛІ за впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про домінування в організмі курей активації клітинної ланки системи імунітету, а також вказує на активну адаптивну реакцію білої крові та зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації [29].

Індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ), який відображає співвідношення процесів гіперчутливості негайного і сповільненого типу [21], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, ІСЛЕ виявився вищим на 25,5 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 15,8 % ($p < 0,001$) і 6,5 % ($p < 0,05$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ІСЛЕ був вищим на 17,8 % ($p < 0,001$) і 8,7 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІСЛЕ був вищим на 8,4 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. Підвищення ІСЛЕ за впливу негативних факторів навколишнього середовища відображає переважання в організмі курей реакцій гіперчутливості негайного типу над реакціями уповільненого типу, що свідчить про наростання автоінтоксикації та порушення імунологічної реактивності [16].

Визначення інформативності змін інтегральних імуногематологічних індексів як показників системи імунітету показало, що всі вони в тій чи іншій мірі відображали реакцію організму курей на короткостроковий вплив негативних факторів навколишнього середовища (табл. 3).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

3. Ступінь імунологічних порушень за індексами крові курей

Індекси	Група курей		
	2	3	4
Індекси інтоксикації			
Індекс зсуву лейкоцитів	+II	+III	+III
Індекси активності запалення			
Індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (Індекс Кребса)	+III	+III	+III
Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс	-I	-II	-II
Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ	+II	+III	+III
Загальний індекс	-I	-I	-II
Індекси неспецифічної реактивності			
Індекс імунореактивності	-I	-I	-II
Індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів	+III	+III	+III
Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів	+III	+III	+III
Лімфоцитарний індекс	-II	-II	-II
Індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів	+I	+I	+I

Висновки

Комплексна оцінка інтегральних імуногематологічних індексів на основі розширеного загального аналізу крові є інформативною в оцінці розвитку та ступеня тяжкості стресового стану організму курей зумовленого короткостроковим впливом негативних факторів навколишнього середовища.

За впливу негативних факторів навколишнього середовища, незалежно від їх природи, спостерігалось підвищення індексів зсуву лейкоцитів, імунореактивності, співвідношення гетерофілів та лімфоцитів, лімфоцитів та ШОЕ, гетерофілів та моноцитів, лімфоцитів та моноцитів, а також лімфоцитів та еозинофілів. Це вказує на зсув лейкоцитарної формули вліво, перевагу неспецифічних захисних клітин, що відбувається внаслідок функціонального підвищення проліферативної активності кісткового мозку і виражається у збільшенні кількості гетерофілів, підвищенні їх активності у мікрофагально-макрофагальній системі імунної відповіді та свідчить про наявність в організмі курей високого рівня ендогенної інтоксикації і порушення імунологічної реактивності, а також може інформувати про аутоімунний характер патологічного процесу. Водночас відбувалось зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного, загального та лімфоцитарного індексів, що підтверджує зсув лейкоцитарної формули вліво та свідчить про домінування активації клітинної ланки системи імунітету, вказує на активну адаптивну реакцію білої крові та зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації, а також відображає переважання реакцій гіперчутливості негайного типу над реакціями уповільненого типу. Одночасне підвищення індексу зсуву лейкоцитів та зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного індексу свідчить про розвиток ендогенної інтоксикації у курей та порушення у них імунологічної реактивності внаслідок автоінтоксикації організму під час деструкції власних клітин.

References

1. Belyaeva, E. Yu., & Buslovskaya, L. K. (2012). Adaptive reactions and biochemical parameters of the blood of chickens under different light conditions. *Scientific Bulletin, Series Natural Sciences*, 21 (140), 143–148.
2. Bondarchuk, I. V., Sidorchuk, L. P., & Sidorchuk, I. Y. (2016). The level of adaptive stress and cellular reactivity of the body of patients with hypertension in combination with coronary heart disease. *Bukovynian Medical Bulletin*, 20 (2 (78)), 16–19. doi: 10.24061/2413-0737.XX.2.78.2016.62
3. Dawkins, M. S. (2003). Behavior as a tool in the assessment of animal welfare. *Zoology*, 106, 383–387. doi: 10.1078/0944-2006-00122
4. Derkho, M. A., & Samoilo, E. S. (2011). Integral indices of intoxication as a criterion for assessing the level of endogenous intoxication in babesiosis. *Scientific Notes of KSAVM Named After N. E. Bauman*, 207, 170–177.
5. Fisinin, V. I., Papazyan, T., & Suray, P. (2009). Innovative methods of dealing with stress in poultry. *Ptitsevodstvo*, 8, 10–14.
7. Flügge, G. (1999). Effects of cortisol on brain alpha2-adrenoceptors: potential role in stress. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23 (7), 949–956. doi: 10.1016/s0149-7634(99)00028-7

7. Gao, S. Q., Huang, L. D., Dai, R. J., Chen, D. D., Hu, W. J., & Shan, Y. F. (2015). Neutrophil-lymphocyte ratio: a controversial marker in predicting Crohn's disease severity. *Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 1 (8 (11)), 14779–14785.
8. Heidt, T., Sager, H. B., Courties, G., Dutta, P., Iwamoto, Y., Zaltsman, A., von Zur Muhlen, C., Bode, C., Fricchione, G. L., Denninger, J., Lin, C. P., Vinegoni, C., Libby, P., Swirski, F. K., Weissleder, R., & Nahrendorf, M. (2014). Chronic variable stress activates hematopoietic stem cells. *Nature medicine*, 20 (7), 754–758. doi: 10.1038/nm.3589
9. Kavtarashvili, A. Sh., & Kolokol'nikova, T. N. (2010). Physiology and productivity of poultry under stress (review). *Agricultural Biology*, 4, 25–37. [In Russian].
10. Khabirov, T. Sh. (2002). The level of the reactive response of neutrophils as an indicator of the severity of endogenous intoxication in abdominal sepsis. *Trudy IX to the SFULT Congress*, 223.
11. Kholodkovskaya, V. D., & Barabanov, A. L. (2015). Using integral hematological indices to assess severity of endogenous toxicosis in chronic dermatoses. *International Scientific and Practical Conference «World Science»*, 3 (2), 69–72.
12. Letkin, A. I. (2020). Blood leukocyte indices of laying hens with nonspecific stress syndrome. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2 (184), 102–108.
13. Lewandowski, R. A. (2014). Cellular and immunological reactivity of the organism in patients after resection of the upper and lower jaws for the removal of malignant tumors. *Clinical and experimental pathology*, XII, 2 (48), 83–87.
14. Matolich, U. D. (2016). Diagnostic value of hematological indices in phlegmons of the maxillofacial area and neck. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University*, 1 (53), 108–110.
15. Maxwell, M. H., Hocking, P. M., & Robertson, G. W. (1992). Differential leucocyte responses to various degrees of food restriction in broilers, turkeys and ducks. *British Poultry Science*, 33 (1), 177–187. doi: 10.1080/00071669208417455.
16. Mazur, O. A., Olenovich, O. A., Plaksviy, A. G., Kalutsky, I. V., Yakovets, K. I. & Bogach, V. A. (2017). Indicators of endogenous intoxication in patients with chronic purulent maxillary sinusitis with type 1 diabetes mellitus. *Bukovynskyi Medychnyi Visnyk*, 21 (1 (81)), 76–80.
17. Miftakhutdinov, A. V. (2014). Experimental approaches to stress diagnostics in poultry (review). *Agricultural Biology*, 2, 20–30. doi: 10.15389/agrobiol.2014.2.20eng.
18. Mustafina, Zh. G., Kramarenko, Yu. S., & Kobtseva, V. Yu. (1999). Integral hematological parameters in the assessment of the body's immunological reactivity in patients with ophthalmopathy. *Clinical Laboratory Diagnostics*, 5, 47–48.
19. Nikiforov, A. (2010). *Neurology: a complete explanatory dictionary*. Moscow, Eksmo.
20. Nwaigwe, C. U., Ihedioha, J. I., Shoyinka, S. V., & Nwaigwe, C. O. (2020). Evaluation of the hematological and clinical biochemical markers of stress in broiler chickens. *Veterinary World*, 13 (10), 2294–2300. doi: 10.14202/vetworld.2020.2294-2300.
21. Ostrovska, L. Y., Moshel, T. M., & Ivanytskyi, I. O. (2016). Analysis of indicators hemogram in patients with inflammatory and inflammatory-dystrophic changes of periodontal tissues. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*, 1 (126), 360–363.
22. Scanes, C. G. (2016). Biology of stress in poultry with emphasis on glucocorticoids and the heterophil to lymphocyte ratio. *Poultry Science*, 95 (9), 2208–2215. doi: 10.3382/ps/pew137
23. Shabalov, N. P., Ivanov, D. O., & Shabalova, N. N. (2001). Heterogeneity of the systemic inflammatory response in neonatal. *Medical Academic Journal*, 1 (3), 81–90.
24. Sierzega, M., Lenart, M., Rutkowska, M., Surman, M., Mytar, B., Matyja, A., Siedlar, M., & Kulig, J. (2017). Preoperative Neutrophil-Lymphocyte and Lymphocyte-Monocyte Ratios Reflect Immune Cell Population Rearrangement in Resectable Pancreatic Cancer. *Annals of Surgical Oncology*, 24 (3), 808–815. doi: 10.1245/s10434-016-5634-0
25. Siplivy, V. A., Kon, E. V., & Evtushenko, D. V. (2009). Use of leukocyte indices for predicting the outcome of peritonitis. *Clinical surgery*, 9, 21–26.
26. Stanishevskaya, O. I., & Fedorova, E. S. (2019). Comparative assessment of the stress reactivity of the organism of chickens of the Russian White breeds with SW + and Amrox mutations to hypothermia in the embryonic and early postnatal periods of ontogenesis. *Agricultural Biology*, 54 (6), 1135–1143. doi: 10.15389/agrobiol.2019.6.1135rus

27. Surai, P., & Fisinin, V. I. (2012). The modern anti-stress technologies in poultry: from antioxidants to vitagenes. *Agricultural Biology*, 4, 3–12. doi: 10.15389/agrobiology.2012.4.3eng
28. Tkachenko, E. A., & Derho, M. A. (2014). Leukocyte indices in experimental cadmium intoxication in mice. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 3, 81–83.
29. Radzykhovskiy, M. L., Goralsky, L. P., Borisevich, B. V., & Dyshkant, O. V. (2018). Integral indices of intoxication in dogs for crown viral enteritis. *Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, 2, 13–19. doi: 10.33245/2310-4902-2018-144-2-13-19.
30. Raznatovskaya, E. N. (2012). Integral indices of endogenous intoxication in patients with chemoresistant pulmonary tuberculosis. *Current Issues Of Pharmaceutical and Medical Science and Practice*, 2 (9), 119–120.
31. Rekalova, O. M., Panasyukova, O. R., & Koval, N. G. (2017). The use of leukocyte indices in the immunological assessment of the activity of the inflammatory process in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Asthma and Allergy*, 1, 27–33.
32. Rushen, J. (1991). Problems associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 28, 381–386. doi: 10.1016/0168-1591(91)90170-3
33. Weimer, S. L., Wideman, R. F., Scanes, C. G., Mauromoustakos, A., Christensen, K. D. & Vizzier-Thaxton, Y. (2018). An evaluation of methods for measuring stress in broiler chickens *Poultry Science*, 97 (10), 3381–3389. doi: 10.3382/ps/pey204
34. Yabluchansky, N. I. (1983). Leukocyte shift index as a marker of the body's reactivity in acute inflammation. *Laboratornoe delo*, 1, 60–61.
35. Zamazy, A. A. (2018). Hemocytopoiesis of functionally active newborn calves and calves in the state of hypoxia. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 6 (3), 44–49. doi: 10.32819/2018.63009
36. Zubchenko, S. O., Akimova, V. M., & Lapovets, L. E. (2014). Detection of prenosological disorders on the basis of changes in integrated hematological indices in patients with a latent stage of chronic Epstein-Barr virus infection. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*, 1 (113), 125–128.

Стаття надійшла до редакції: 20.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Осадча Ю. В., Сахацький Г. І. Діагностичне значення інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів гострого стресу у курей. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 162–170.

© Осадча Юлія Василівна, Сахацький Григорій Іванович, 2021