

**ВПЛИВ ЕФІРНИХ ОЛІЙ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ЯК ФІТОГЕННИХ
КОРМОВИХ ДОБАВОК НА ГЕМАТОЛОГІЧНИЙ ПРОФІЛЬ КРОЛІВ
ЗА ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ**

**О. Бойко¹, М. Башенко¹, О. Гончар¹, О. Гавриш¹, М. Юзьвяк², П. Лесик³,
С. Монастирська⁴, Я. Павлишак⁴, Г. Клепач⁴, Я. Лесик^{2,4*}**

¹*Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН
вул. Пастерівська, 76, Черкаси 18036, Україна*

²*Інститут біології тварин НААН
вул. В. Стуса, 38, Львів 79034, Україна*

³*Ужгородський національний університет
пл. Соборна, 3, Ужгород 88000, Україна*

⁴*Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
вул. Івана Франка, 24, Дрогобич 82100, Україна
e-mail: lesyk.ya@dspu.edu.ua*

О. Бойко – <https://orcid.org/0000-0002-3917-5583>

М. Башенко – <https://orcid.org/0000-0002-2872-7055>

О. Гончар – <https://orcid.org/0000-0003-2269-9767>

О. Гавриш – <https://orcid.org/0000-0002-8632-6508>

М. Юзьвяк – <https://orcid.org/0000-0002-6782-5416>

П. Лесик – <https://orcid.org/0009-0006-4042-3798>

С. Монастирська – <https://orcid.org/0000-0001-8529-800X>

Я. Павлишак – <https://orcid.org/0000-0003-3402-6922>

Г. Клепач – <https://orcid.org/0000-0003-0784-8373>

Я. Лесик – <https://orcid.org/0000-0002-7845-7006>

В умовах високих температур довкілля (28,9–30 °С) кролі не здатні ефективно забезпечувати терморегуляцію, що спричиняє розвиток сильного теплового стресу. Це призводить до зниження продуктивності, зростання загибелі поголів'я та порушення процесів гомеостазу через надмірне утворення активних форм Оксигену. Традиційні кормові добавки є недостатньо ефективними для нівелювання цих наслідків. Ефірні олії (ЕО) лікарських рослин, багаті на фенольні сполуки, мають потужний антиоксидантний, протизапальний та імуномодуючий потенціал, що робить їх перспективними біодобавками для пом'якшення негативного впливу теплового стресу. Це дослідження спрямоване на вивчення змін гематологічного профілю молодняку кролів-аналогів породи термонська

біла в умовах сильного теплового стресу (температурно-вологісний індекс 29,2–29,3) за впливу ЕО *Calendula officinalis*, *Thymus serpyllum* і *Lavandula angustifolia* як біоактивних добавок у складі стандартного раціону. Для дослідження тварин розділили на контрольну і три дослідні групи, які додатково отримували ЕО: *C. officinalis* (60 мг/0,6 кг корму), *T. serpyllum* (78 мг/0,6 кг корму) і *L. angustifolia* (60 мг/0,6 кг корму). Тривалість введення ЕО 30 діб. З 35-ї доби до 50-ї доби – 15 діб і з 50-ї доби до 65-ї доби – 15 діб.

Аналіз крові для визначення гематологічних параметрів кролів проведено на 50-ту і 65-ту доби життя кролів. Встановлено, що додаткове додавання ЕО лікарських рослин до стандартного комбікорму забезпечило позитивну динаміку гематологічних показників кролів. ЕО *C. officinalis*, *T. serpyllum* і *L. angustifolia* виявились ефективними фітогенними добавками, здатними знизити негативний вплив теплового стресу, що підтверджують зміни показників периферичної крові кролів. Найбільш виражений позитивний вплив продемонструвала ЕО *C. officinalis*, що проявилось у вірогідному підвищенні рівня еритроцитів ($p<0,01$), гемоглобіну ($p<0,05$), середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті ($p<0,05$), у зростанні відносного вмісту моноцитів ($p<0,001$ – $0,01$) та зниженні загального вмісту лейкоцитів ($p<0,05$ – $0,01$) і лімфоцитів ($p<0,05$). Додавання всіх трьох ЕО сприяло активації моноцитарно-макрофагальної ланки імунітету й компенсаторній реакції тромбоцитопоезу (зростання середнього об'єму тромбоцитів $p<0,01$). ЕО *C. officinalis* виявилася найперспективнішою для зниження оксидативного навантаження та підтримання еритропоезу.

Ключові слова: кролі, гематологічний профіль, тепловий стрес, ефірні олії, лікарські рослини.

В умовах підвищених температур доквілля кролі не здатні ефективно забезпечувати терморегуляцію свого тіла через густий волосяний покрив і відсутність потових залоз у шкірі [5]. Відомо, що оптимальна температура для кролів становить 18–21 °С, а рівень вологості – 55–65 % [21]. Перевищення цих параметрів спричиняє тепловий стрес, який негативно впливає на ключові зоотехнічні та фізіологічні показники. Зокрема, тепловий стрес призводить до зниження добового приросту маси тіла на 20–25 %, погіршення коефіцієнта конверсії корму на 8–15 %, збільшення загибелі поголів'я на 9–12 % та послаблення відтворювальної функції [19]. Для пом'якшення наслідків теплового стресу та збереження продуктивності останніми роками активно досліджують фітоактивні речовини ефірних олій лікарських трав [1, 6]. Ці природні сполуки мають антиоксидантні, антимікробні та протизапальні властивості [25]. Зокрема, ефірна олія *Lavandula angustifolia*, будучи природним комплексним екстрактом, містить понад 100 біологічно активних компонентів, включаючи ліналоол, ліналілацетат, камфору та флавоноїди [8]. Її додавання до раціону бройлерів (зокрема, у кількості 250 мг/кг корму) знижує рівень ліпопротеїнів низької щільності, триацилгліцеролів і альбуміну в сироватці крові [11]. *Calendula officinalis* є цінним джерелом флавоноїдів, тритерпеноїдів, каротиноїдів і сапонінів [30], що робить її перспективною для зниження оксидативного стресу. Ефірна олія *Thymus serpyllum* позитивно впливає на продуктивність і фізіологічний стан тварин [32]. Зокрема, за даними Placha et al. (2013), її додавання до раціону кролів (у кількості 0,5 г/кг) забезпечувало антиоксидантний захист і фагоцитарну активність нейтрофілів

[28]. Хоч окремі властивості деяких ефіроносних рослин у тваринництві вже досліджені, визначення параметрів крові кролів як біоіндикаторів їхнього фізіологічного стану під впливом цих олій в умовах теплового стресу досі залишається недостатньо вивченим. Тому метою нашого дослідження є вивчення впливу ефірних олій лікарських рослин (*Calendula officinalis*, *Thymus serpyllum* та *Lavandula angustifolia*) як фітогенних добавок на адаптаційні властивості організму кролів до дії підвищених температур довкілля.

Матеріали та методи

Дослідження проведено в умовах приватної промислової кролеферми с. Загір'я Івано-Франківської обл. на молодняку кролів породи термонська біла віком 35 діб, аналогів за віком, масою тіла та клінічним станом.

Дозвіл на проведення досліджень отримано від Комісії з біоетики Інституту біології тварин НААН м. Львова (протокол № 171 від 02.09.2025). Усі маніпуляції з піддослідними тваринами проводили відповідно до положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та правил «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986).

Кролів формували у групи по 8 тварин зі середньою масою тіла 1000 ± 50 г. Упродовж дослідного періоду в окремому приміщенні кролеферми щодня створювали умови теплового стресу, підвищуючи температуру повітря до $28,9\text{--}30,0$ °C та відносну вологість до $80\text{--}87,5$ % тривалістю 4 год на добу. Температуру і вологість контролювали термогігрометром із реєстрацією даних (Trotect BL30). Індекс середньодобової температури повітря та відносної вологості визначали за формулою:

$$ТНІ = T - ((0,31 - 0,31 \cdot B/100) \cdot (T - 14,4)),$$

де: ТНІ – індекс температури і вологості; Т – температура, °C; В – відносна вологість, %.

Отримані значення ТНІ були класифіковані як < $27,8$ °C – відсутність теплового стресу; $27,8\text{--}28,9$ °C – помірний тепловий стрес; $28,9\text{--}30,0$ °C – сильний тепловий стрес; > $30,0$ °C – дуже сильний тепловий стрес [11].

Для проведення дослідження було сформовано контрольну групу кролів, яких утримували на стандартному гранульованому комбікормі, виготовленому в умовах господарства. Трьом дослідним групам тварин додатково до трав'яного борошна під час виготовлення гранульованого комбікорму додавали фітогенну добавку шляхом рівномірного нанесення на комбікорм із розрахунку на $0,6$ кг корму, що відповідало середньому добовому споживанню корму кролями. Ефірна олія проникала в поверхню зернових компонентів, після чого підготований корм одразу згодовували тваринам протягом доби за вільного доступу до води. Дослідна група I отримувала ефірну олію *C. officinalis* (60 мг/ $0,6$ кг корму), група II – *T. serpyllum* (78 мг/ $0,6$ кг корму); група III – ефірну олію *L. angustifolia* (60 мг/ $0,6$ кг корму). Застосовані ефірні олії мають декларації відповідності та супровідну документацію виробника, що підтверджує їхню якість і безпечність у використанні. Олія ефірна чебрецева, 10 мл – виробник ТОВ «Адверсо» (м. Трускавець, Україна), склад: 100 % ефірна олія *Thymus vulgaris*; олія ефірна лавандова Flora Secret, 25 мл – виробник ТОВ «ДНД» (Черкаська обл., Україна), склад: 100 % ефірна олія *Lavandula angustifolia*; олія календули, 50 мл – виробник ТОВ «Адверсо» (м. Трускавець, Україна), склад: 100 % ефірна олія *Calendula officinalis*. Ці дози відповідали безпечному й

ефективному введенню для кролів і були визначені на основі даних літератури (Çolak & Yıldız, 2024) [11]; Abdelnour et al., 2022 [2]; Skrivan et al., 2015 [31]. Згодовування кролям добавок розпочинали у віці 35 діб і продовжували до 65-ї доби життя. У підготовчий період на 35-ту добу життя, а також у дослідний період – на 50-ту і 65-ту добу життя – кожні 15 діб проводили відбір зразків крові. Таким чином, тривалість введення ефірних олій становила 30 діб (з 35-ї до 50-ї доби – 15 діб і з 50-ї до 65-ї доби – 15 діб).

У 8 тварин із кожної групи з крайової вушної вени відбирали 10 мл цільної крові в пробірки з антикоагулянтом етилендіамінтетраацетатом (ЕДТА²⁺) у співвідношенні 9:1 (9 частин крові на 1 частину ЕДТА), зокрема, визначали абсолютний вміст еритроцитів (red blood cells, RBC), концентрацію гемоглобіну (hemoglobin, HGB), гематокрит (hematocrit, HCT), середній об'єм еритроцита (mean corpuscular volume, MCV), середній вміст гемоглобіну в еритроциті (mean corpuscular hemoglobin, MCH), середню концентрацію гемоглобіну в еритроциті (mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC), ширину розподілу еритроцитів (red cell distribution width, RDW), абсолютний вміст лейкоцитів (white blood cells, WBC), лімфоцитів (lymphocytes, LYM), моноцитів (monocytes, MON), гранулоцитів (granulocytes, GRA), абсолютний вміст тромбоцитів (platelets, PLT), середній об'єм тромбоцитів (mean platelet volume, MPV), тромбоцит (plateletcrit, PCT), відносну ширину розподілу тромбоцитів за об'ємом (platelet distribution width, PDW) на гематологічному аналізаторі Orphee Mythic 18 (Швейцарія).

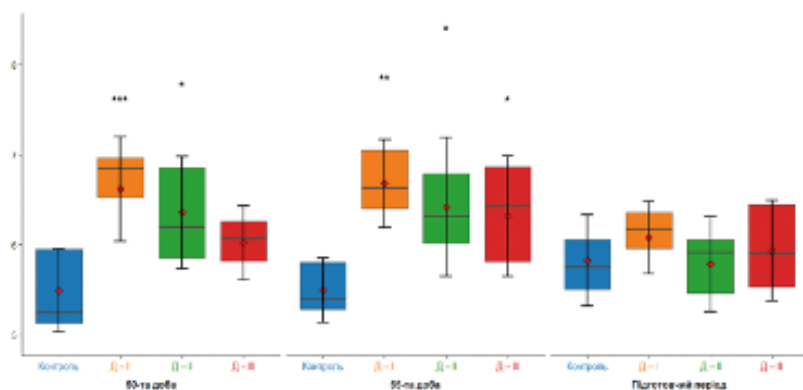
Обчислення результатів дослідження проводили з використанням пакету програм Statistica 7.0 (Statsoft, США). Експериментальні дані виражали як середнє значення (M) ± та середньоквадратичне відхилення (SD). Отримані результати дослідження перевірили на нормальність розподілу даних за критерієм Шапіро–Вілка. Аналіз експериментальних даних здійснювали однофакторним дисперсійним аналізом (ANOVA). Для виявлення статистичних відмінностей між контрольною та дослідними групами використовували апостеріорний критерій (*post-hoc* тест) – метод *Tukey HSD*, відмінності вважали достовірними за $p \leq 0,05$ [12].

Результати і їхнє обговорення

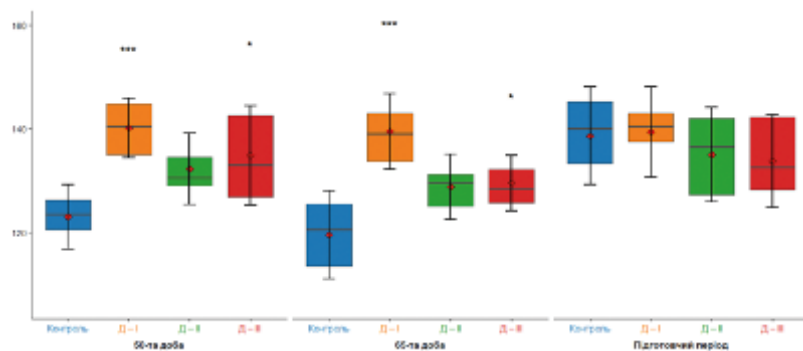
Важливою умовою для забезпечення чистоти й достовірності експерименту є контроль мікроклімату у приміщенні. Ці умови досягали завдяки наявності окремого обладнаного приміщення у приватній промисловій кролефермі. Для оцінки термально-вологісних умов утримання тварин використовували температурно-вологісний індекс (ТВІ). У підготовчому періоді середні показники мікроклімату становили 19,8 °C (температура) і 57,2 % (вологість). Обчислене значення ТВІ становило 19,1, що свідчить про відсутність теплового стресу та відповідність оптимальним умовам утримання кролів. Відповідно до мети експерименту умови змінили для моделювання теплового стресу. У дослідному періоді середні показники мікроклімату становили 29,9 °C (температура) і 86,5 % (вологість), а ТВІ – 29,3. На завершальному етапі дослідження (на 65-ту добу експерименту) показники мікроклімату становили 29,9 °C (температура) і 85,1 % (вологість), а ТВІ відповідно – 29,2. Значення ТВІ (29,2–29,3) упродовж дослідного періоду свідчать про умови сильного теплового стресу [21]. Таким чином, показники ТВІ повністю відповідають меті дослідження, забезпечуючи відсутність стресу на підготовчому етапі та його наявність упродовж експерименту.

Вплив фітогенних добавок на еритроцитарні показники крові кролів за умов сильного теплового стресу. У дослідженні впливу ефірних олій лікарських рослин на

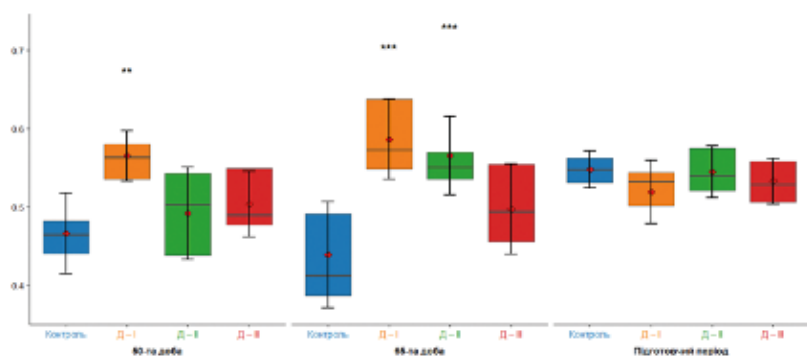
вміст еритроцитів у крові кролів було виявлено, що ефірні олії календули (*C. officinalis*) та чебрецю (*T. Serpyllum*) як фітогенні добавки стимулюють еритропоез. Зокрема, ефірна олія календули підвищує кількість еритроцитів на 20,6 % ($p<0,001$) на 50-ту добу і на 21,6 % ($p<0,01$) на 65-ту добу дослідження. Ефірна олія чебрецю демонструє зростання показника щодо контролю на 15,8 % та 16,7% ($p<0,05$) на 50-ту добу і на 65-ту добу дослідження (рис. 1). Вплив ефірної олії лаванди (*L. angustifolia*) був менш вираженим, проявившись лише на завершальному етапі дослідження збільшенням загальної кількості еритроцитів на 14,9 % ($p<0,05$). Водночас додавання до раціону кролів ефірної олії календули та лаванди зумовлює підвищення концентрації гемоглобіну на 13,9 % і 9,6 % ($p<0,05$) на 50-ту добу і на 16,7 % і 8,3 % ($p<0,05$) на 65-ту добу експерименту. Показник гематокритної величини за додавання ефірної олії календули підвищився у крові кролів на 21,2 % та 18,8 % ($p<0,01-0,001$) на 50-ту і 65-ту добу експерименту, а також за додавання ефірної олії чебрецю – на 14,6 % ($p<0,001$). Отримані результати узгоджуються з даними літератури, згідно з якими екстракти календули та препарати на її основі мають протекторну дію на гемопоетичну тканину крові в кістковому мозку. Ця дія спрямована на захист від токсичного впливу чинників і сприяє відновленню кількості еритроцитів, гематокриту й концентрації гемоглобіну. Зокрема, дослідження на щурах лінії Вістар за дії циклофосфаміду підтвердили, що біологічно активні компоненти календули мають безпосередній вплив на процеси еритропоезу [22].



А – Загальна кількість еритроцитів, $10^{12}/л$



Б – Гемоглобін, г/л



В – Гематокрит, г/л

Рис. 1. Кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну і гематокрит крові кролів за впливу ефірних олій (ЕО) лікарських рослин як фітогенних кормових добавок в умовах сильного теплового стресу ($M \pm SD$, $n=8$): К – контрольна група (стандартний корм і вода); Д-I – добавка ефірної олії *Calendula officinalis* (60 мг/0,6 кг корму); Д-II – добавка ефірної олії *Thymus serpyllum* – 78 мг/0,6кг корму; Д-III – добавка ефірної олії *Lavandula angustifolia* (60 мг/0,6кг корму). Дані представлено у вигляді середнього значення (M) $\pm$ стандартне відхилення (SD); * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – статистично значущі відмінності порівняно з контролем відповідно до доби дослідження (50-та і 65-та доба) (ANOVA, Tukey HSD)

Як описано [17], за умов теплового стресу порушуються процеси терморегуляції в організмі кролів, що зумовлює надмірне утворення активних форм Оксигену (АФО). Тоді баланс між утворенням і нейтралізацією вільних радикалів забезпечує антиоксидантна система організму [20]. Ефірні олії досліджуваних лікарських рослин містять різні фенольні сполуки, що мають седативні й антиоксидантні властивості (табл. 1).

Таблиця 1

Основні біологічно активні компоненти і якісний склад ефірних олій досліджуваних лікарських рослин (за літературними даними)

Ефірна олія	Основні компоненти	Кількісний/якісний склад (за літературою)	Біологічна дія	Джерело
<i>Lavandula angustifolia</i>	Ліналоол, ліналіл-ацетат, камфора, каріофілен, оксид каріофілену, α -гумулен, флавоноїди	>100 компонентів, основні – ліналоол (20–45 %), ліналіл-ацетат (25–47 %)	Антиоксидантна, седативна, протизапальна, вазодилаторна, антибактеріальні, протигрибкові, знеболювальні, спазмолітична	[8, 11, 12, 16, 18]
<i>Calendula officinalis</i>	Флавоноїди, три-терпеноїди, кумарин, каротиноїди, леткі олії, хінони, терпеноїди	Близько 5 % амінокислот виявлено в листі, 3,5 % у стеблах і 4,5 % у квітах	Антиоксидантна, протизапальна, імуностимулююча, ранозагоююча, спазмолітична	[23, 26, 30]
<i>Thymus serpyllum</i>	Тимол, карвакрол	Тимол – карвакрол 20–55 %	Антиоксидантна, протизапальна, антибактеріальна	[15, 33]

Завдяки їм знижується оксидативне навантаження на клітини та посилюються процеси нейтралізації вільних радикалів, що, очевидно, позитивно вплинуло на гематологічні показники кролів в умовах теплового стресу. Наші припущення узгоджуються з результатами досліджень Abdel-Wareth et al. (2018) та Ahmed et al. (2020), де описано позитивний вплив ефірної олії чебрецю на показники росту, засвоюваність корму та параметри крові кролів і птиці [4, 6]. У дослідженнях Abdelnour et al. (2022) також показано сприятливий вплив олії чебрецю як добавки (в кількості 100–150 мг/кг корму) на рівень гемоглобіну та гематокритної величини у крові кролематок за тривалого теплового стресу [2]. На відміну від досліджень Ahmed et al. (2020) та Abdelnour et al. (2022), у нашій статті проаналізовано розширений спектр показників периферичної крові, а саме еритроцитарні показники й еритроцитарні індекси, загальну кількість лейкоцитів і їхній диференційований склад, а також кількість тромбоцитів і їхні індекси. Нами вперше проведено порівняльний вплив EO *Calendula officinalis*, *Thymus serpyllum* і *Lavandula angustifolia* на гематологічний профіль молодняку кролів в умовах сильного теплового стресу (ТНІ 29,2–29,3).

Це дало змогу виявити відмінності у гематологічному профілі кролів за впливу кожної з досліджуваних ефірних олій і охарактеризувати особливості їхньої дії в умовах теплового стресу.

Вплив ефірної олії *L. angustifolia* на показники загальної кількості еритроцитів, концентрацію гемоглобіну та гематокриту в науковій літературі не описано. Однак наведені в літературі дослідження вказують на її виражені протизапальні, протигрибкові, антибактеріальні, седативні й антиоксидантні властивості завдяки наявним біологічно активним речовинам [10]. Це дає підстави вважати, що зростання досліджених показників крові за умов сильного теплового стресу – результат імуномодуючої й антиоксидантної дії сполук олії лаванди на організм кролів.

Середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті (MCH) за додавання олії *C. officinalis* підвищився на 8,2 % та 9,3 % ($p < 0,01$) на 50-ту і 65-ту добу дослідження. Додавання олії лаванди (*L. angustifolia*) також зумовило вірогідне збільшення (MCH) на завершальному етапі експерименту – на 6,5 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою (табл. 2). У інших дослідженнях показано, що активна речовина ефірної олії лаванди – ліналілацетат – здатна розслабляти гладкі м'язи судин кролів. Це відбувається шляхом часткової активації шляху оксиду нітрогену/циклічного гуанозинмонофосфату й ензиму MLC-фосфатази, що забезпечує дефосфорилування легких ланцюгів міозину (MLC) і блокує скорочення гладких м'язів. У результаті судини розширюються, покращується периферичний кровообіг і постачання кисню до тканин [18]. Цей механізм, імовірно, сприяє активації еритропоезу, що частково пояснює виявлене підвищення середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті. Очевидно, зміни у крові кролів за додавання *C. officinalis* зумовлені комбінацією антиоксидантної та протизапальної дії поліфенолів, які захищають клітини від пошкоджень і зменшують запальну відповідь в організмі [13], що є критично важливим в умовах теплового стресу. Таким чином, ми припускаємо, що антиоксидантні властивості ефірної олії *C. officinalis* зменшують лізис еритроцитів [29, 32] і забезпечують структурну цілісність мембрани еритроцитів, тоді як протизапальні властивості підвищують біодоступність Феруму для синтезу гемоглобіну, що сприяє збільшенню середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті.

Таблиця 2

Індекси еритроцитів крові кролів за впливу ефірних олій лікарських рослин як фітогенних кормових добавок в умовах сильного теплового стресу ($M \pm SD$, $n=8$)

Показник	Група тварин	Період дослідження		
		Підготовчий	Дослідний	
			50-та доба (15 днів додавання ЕО)	65-та доба (15 днів додавання ЕО)
Середній об'єм еритроцита, фл	К	99,16 $\pm$ 2,37	94,62 $\pm$ 2,19	96,12 $\pm$ 3,51
	Д-I	96,85 $\pm$ 4,92	96,71 $\pm$ 4,15	97,51 $\pm$ 3,72
	Д-II	96,32 $\pm$ 5,11	94,62 $\pm$ 5,46	98,17 $\pm$ 3,94
	Д-III	98,06 $\pm$ 2,98	93,95 $\pm$ 4,69	97,75 $\pm$ 3,94
Середній вміст гемоглобіну в еритроциті, пг	К	23,51 $\pm$ 1,37	23,27 $\pm$ 0,34	22,82 $\pm$ 0,39
	Д-I	24,77 $\pm$ 0,68	25,20 $\pm$ 1,38**	24,96 $\pm$ 1,48**
	Д-II	23,81 $\pm$ 1,13	23,81 $\pm$ 1,19	23,92 $\pm$ 1,07
	Д-III	23,70 $\pm$ 1,37	24,28 $\pm$ 1,15	24,32 $\pm$ 0,99*
Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, г/л	К	249,87 $\pm$ 9,01	247,12 $\pm$ 6,15	244,12 $\pm$ 5,89
	Д-I	245,12 $\pm$ 10,74	255,87 $\pm$ 9,31	251,50 $\pm$ 10,16
	Д-II	251,00 $\pm$ 6,27	244,37 $\pm$ 8,78	255,00 $\pm$ 10,71
	Д-III	246,37 $\pm$ 6,34	249,62 $\pm$ 11,51	252,62 $\pm$ 8,46
Ширина розподілу еритроцитів, %	К	10,02 $\pm$ 0,62	10,63 $\pm$ 0,61	10,73 $\pm$ 0,52
	Д-I	10,01 $\pm$ 0,28	10,52 $\pm$ 0,59	10,06 $\pm$ 0,33
	Д-II	10,05 $\pm$ 0,84	10,90 $\pm$ 0,73	10,85 $\pm$ 0,43
	Д-III	10,18 $\pm$ 0,65	10,42 $\pm$ 0,63	10,40 $\pm$ 0,50

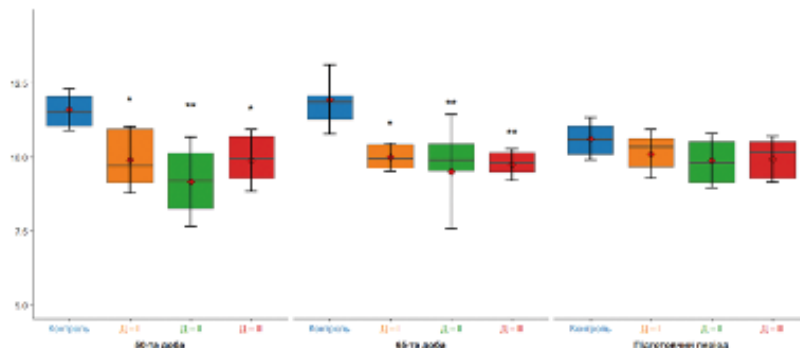
Примітки: К – контрольна група (стандартний корм і вода); Д-I – добавка ефірної олії *Calendula officinalis* (60 мг/0,6 кг корму); Д-II – добавка ефірної олії *Thymus serpyllum* – 78 мг/0,6 кг корму; Д-III – добавка ефірної олії *Lavandula angustifolia* (60 мг/0,6 кг корму). Дані представлено у вигляді середнього значення (M) $\pm$ стандартне відхилення (SD); * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$ – статистично значущі відмінності порівняно з контролем відповідно до доби дослідження (50-та і 65-та доба) (ANOVA, Tukey HSD)

Вплив фітогенних добавок на кількість лейкоцитів і їхні форми у крові кролів.

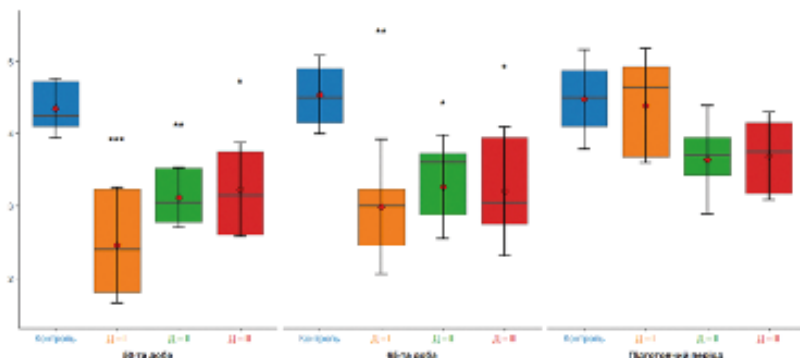
Встановлено, що додавання ефірних олій усіх досліджуваних лікарських рослин сприяло зниженню загальної кількості лейкоцитів у крові кролів порівняно з контрольною групою, що свідчить про пом'якшення запальної реакції за теплового стресу (рис. 2). Зокрема, олія *C. officinalis* знижувала кількість лейкоцитів на 14,6 % ($p<0,05$) на 50-ту добу та на 16,3 % ($p<0,05$) на 65-ту добу дослідження, олія *T. serpyllum* – на 21,0 % ($p<0,01-0,05$) на 50-ту добу і на 20,3 % ($p<0,05$) на 65-ту добу, олія *L. angustifolia* – на 14,8 % ($p<0,05$) на 50-ту добу та на 18,4 % ($p<0,05$) на 65-ту добу.

Диференційний аналіз лейкоцитів. Використання ефірних олій як фітогенних добавок також суттєво вплинуло на диференційний склад лейкоцитів крові кролів (рис. 2). Зокрема, у всіх дослідних групах кролів зафіксовано вірогідне зниження абсолютного вмісту лімфоцитів порівняно з контрольною групою. Найбільше зниження цього показника спостерігали за додавання календули – на 43,6 % ($p<0,001-0,05$) на початку експерименту і

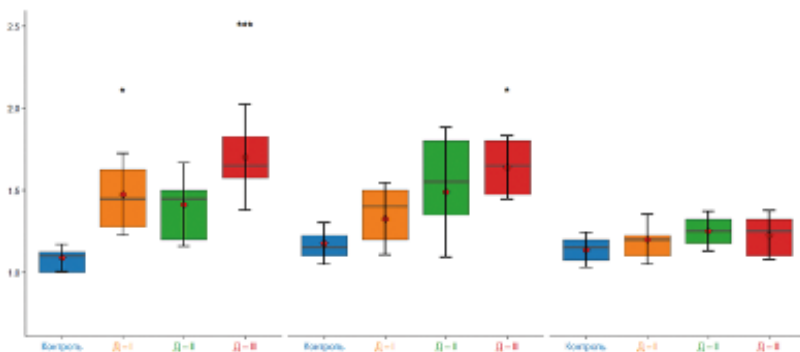
на 34,2 % ($p < 0,01-0,05$) на завершальному етапі. Стосовно абсолютного вмісту моноцитів, то його вірогідне підвищення зафіксовано у дослідній групі кролів на 50-ту добу за додавання ефірної олії календули на 36,1 % ($p < 0,01$) та ефірної олії лаванди – на 57,4 % ($p < 0,001-0,05$). На завершальному етапі (65-та доба) підвищення моноцитів на 39,3 % ($p < 0,05$) зафіксовано у групі кролів, яким додавали олію лаванди. Використання ефірної олії *L. angustifolia* у раціоні кролів зумовило підвищення загальної кількості гранулоцитів на 34,4 % ($p < 0,05$) на 50-ту добу дослідження.



А – Загальна кількість лейкоцитів, $10^9/l$



Б – Загальна кількість лімфоцитів, $10^9/l$



В – Загальна кількість моноцитів, $10^9/l$

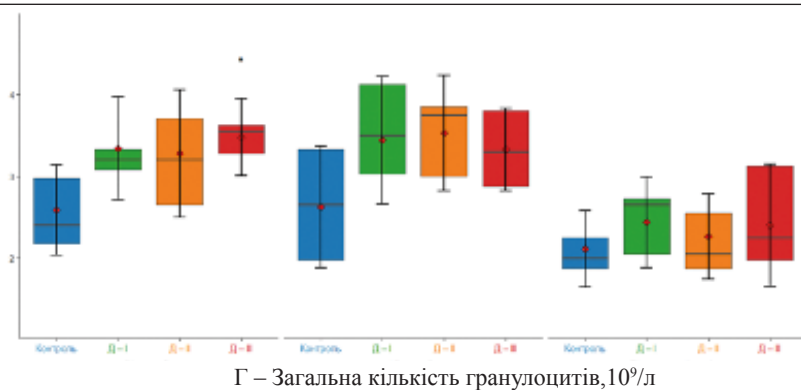


Рис. 2. Кількість лейкоцитів і їхні форми у крові кролів за впливу ефірних олій лікарських рослин як фітогенних кормових добавок в умовах сильного теплового стресу ($M \pm SD$, $n=8$)

Згідно з літературою, за умов сильного теплового стресу підвищується рівень глюкокортикоїдів, що призводить до пригнічення клітинного та гуморального імунітету, зниження синтезу протеїну в лімфоїдній тканині й імунних органах, і, як наслідок, до загальної імунної супресії в організмі [19]. На цьому тлі ефірна олія лаванди, екстрагована на початку періоду цвітіння, виявляє виражені протизапальні властивості. Дослідження показують, що вона є потужним інгібітором синтезу чотирьох прозапальних цитокінів: інтерлейкіну-6 (IL-6), інтерлейкіну-8 (IL-8), інтерлейкіну-1 бета (IL-1 β), а також фактора некрозу пухлин альфа (TNF- α) клітинами моноцитарної лінії людини (THP-1) [24]. Зниження загальної кількості лейкоцитів і лімфоцитів у крові кролів, зафіксоване в нашому експерименті, можна пояснити саме цим регуляторним впливом ефірної олії лаванди, що проявляється у зниженні рівня прозапальних цитокінів. Такі зміни, на наш погляд, сприяють відновленню гомеостазу кровотворної системи й активації компенсаторних механізмів організму кролів. Цей ефект підтверджує хімічний склад олії лаванди, яка містить каріофілен, оксид каріофілену й α -гумулен. Ці сесквітерпени мають протизапальні властивості й беруть участь у механізмах інгібування активації NF- κ B через вплив на Toll-подібні рецептори (TLR), що обмежує вивільнення запальних медіаторів імунокомпетентними клітинами [12]. Такий механізм, на нашу думку, пояснює збільшення рівня гранулоцитів і моноцитів у крові досліджуваних кролів за впливу олії лаванди (рис. 2) та свідчить про високу фагоцитарну активність клітин в умовах сильного теплового стресу. Наведені дані узгоджуються з отриманими показниками відносної кількості моноцитів і гранулоцитів у крові, що вказує на імуномодулюючий вплив ефірної олії без розвитку патологічного процесу.

Дослідження Abdel-Wareth et al. (2018) виявили, що добавка олії чебрецю сприяє підвищенню продуктивності за показниками маси тушки кролів, кількістю лопаткового жиру без негативного впливу на стан внутрішніх органів кролів за підвищених температур середовища [4]. До того, додавання ефірної олії чебрецю у кількості 60–180 мг/кг раціону забезпечувало кращу засвоюваність корму та приріст маси тіла у кролів порівняно з контрольною групою [3]. Згідно з дослідженнями Benlemlih et al. (2020), додавання до раціону кролів 5 % сухої трави чебрецю сприяло зниженню рівня смертності на 39 %, що підтверджує його профілактичну й імуномодулюючу дію [9]. Таким чином, використання олії або сухої трави чебрецю у раціоні кролів має виражений позитивний вплив на їхній

організм загалом. За даними El-Azeem et al. (2019), додавання олії чебрецю (1000 мг/кг раціону), бетаїну (1500 мг) та їхньої комбінації не відзначилося змінами гематологічних параметрів кролів новозеландської породи, зате підвищився їхній добовий приріст маси тіла [14]. У нашому ж дослідженні додавання олії чебрецю у значно меншій кількості (78 мг/0,6 кг корму) забезпечило достовірне зниження кількості лімфоцитів і лейкоцитів у крові досліджуваної групи кролів. Отримані показники можуть свідчити про оптимально обрану кількість даної добавки та її позитивний регуляторний вплив на досліджувані параметри крові кролів.

З літератури відомо, що екстракти *C. officinalis* мають високий вміст флавоноїдів, особливо кверцетину, а також інших фенольних сполук, а це обумовлює її антиоксидантну активність і забезпечує нейтралізацію вільних радикалів на клітинному рівні [26]. Поряд із тим, зазначається, що порівняно з вітамінами С та Е, водний екстракт листя й пелюсток календули має високий рівень антиоксидантної дії за швидкістю поглинання вільних радикалів [23]. Таким чином, отриманий результат зниженої кількості лімфоцитів і лейкоцитів за умов сильного теплового стресу (і за додавання олії календули в кількості 60 мг/0,6 кг корму) вказує на зниження запальної реакції та сприяє клітинному гомеостазу організму кролів. Комплексний вплив біологічно активних компонентів календули, що поєднують імуномодулюючу й антиоксидантну дії, забезпечує сприятливий вплив на гематологічні показники кролів в умовах теплового стресу.

Використання ефірної олії *L. angustifolia* у раціоні кролів зумовило зниження рівня відносного вмісту лімфоцитів на 17,6 % ($p < 0,05$) на 65-ту добу та підвищення відносного вмісту гранулоцитів на 30,6 % ($p < 0,05$) на завершальному етапі дослідження (табл. 3). Показник відносного вмісту моноцитів зріс на завершальному етапі дослідження у крові кролів I, II, III дослідних груп на 49,8 %, 35,5 % і 30,4 % ($p < 0,001-0,01$) за додавання ефірних олій календули, чебрецю і лаванди, відповідно. Як відомо, моноцити є ключовими клітинами вродженої імунної системи, що забезпечують регуляцію запальних процесів, беруть участь в ініціації імунної відповіді, активації адаптивного імунітету, фагоцитозі клітинних залишків і завершенні запальної реакції [7]. Очевидно, сполуки ефірних олій досліджуваних лікарських рослин виявляють імуностимулюючий вплив на активність моноцитарно-макрофагальної ланки, що відображається у зростанні їхньої кількості. Згідно з даними літератури, *T. serpyllum* здатний нейтралізувати вільні радикали, підвищуючи окислювальну стабільність, що є важливим за умов теплового стресу [15]. *C. officinalis* містить каротиноїди (лікопін, β -каротин, лютеїн, флавоксантин і зеаксантин), які характеризуються високою антиоксидантною активністю завдяки механізму нейтралізації вільних радикалів [30]. Ефірна олія *L. angustifolia* збільшує швидкість фагоцитарної реакції й активує інгібування внутрішньоклітинної реплікації бактерій макрофагами. Це пов'язано з експресією генів *CYBB* та *NCF4*, які беруть участь у контрольованому виробленні АФО під час фагоцитозу [16]. Отже, отримані дані підвищеного рівня моноцитів за дії досліджених ефірних олій в умовах сильного теплового стресу свідчать про їхню здатність активувати моноцитарно-макрофагальну ланку запальної відповіді для забезпечення окислативного балансу та підтримки імунного гомеостазу в організмі кролів.

Вплив ефірних олій лікарських рослин на тромбоцитарні показники. Гематологічний показник загальної кількості тромбоцитів знижувався на 50-ту добу за додавання до раціону кролів лаванди на 18,3 % ($p < 0,05$) (табл. 4). Водночас було зафіксовано підвищений рівень середнього об'єму тромбоцита. Це зростання було вираженим на 50-ту добу дослідження у крові кролів I (за добавки до корму олії календули) і III (за добавки олії лаванди) дослідних груп, збільшившись на 19,1 % та 24,3 % відповідно ($p < 0,01$).

Таблиця 3

Лейкоцитарні індекси у крові кролів за впливу ефірних олій лікарських рослин як фітогенних кормових добавок в умовах сильного теплового стресу ($M \pm SD$, $n=8$)

Показник	Група тварин	Період дослідження		
		Підготовчий	Дослідний	
			50-та доба (15 днів додавання ЕО)	65-та доба (15 днів додавання ЕО)
Відносний вміст лімфоцитів, %	К	47,56 $\pm$ 5,31	51,01 $\pm$ 6,19	53,38 $\pm$ 5,40
	Д-I	41,78 $\pm$ 6,48	46,32 $\pm$ 7,05	46,83 $\pm$ 3,79
	Д-II	46,20 $\pm$ 8,49	44,75 $\pm$ 3,94	46,28 $\pm$ 9,60
	Д-III	47,10 $\pm$ 8,31	45,60 $\pm$ 6,92	43,95 $\pm$ 7,24*
Відносний вміст моноцитів, %	К	22,88 $\pm$ 4,38	14,16 $\pm$ 2,96	15,18 $\pm$ 1,95
	Д-I	23,17 $\pm$ 3,36	17,63 $\pm$ 4,46	22,75 $\pm$ 2,59***
	Д-II	22,15 $\pm$ 5,26	18,63 $\pm$ 3,92	20,58 $\pm$ 3,09**
	Д-III	20,98 $\pm$ 2,48	17,85 $\pm$ 1,96	19,80 $\pm$ 2,64**
Відносний вміст гранулоцитів, %	К	33,22 $\pm$ 8,07	35,12 $\pm$ 5,58	36,47 $\pm$ 4,78
	Д-I	29,77 $\pm$ 3,81	41,01 $\pm$ 7,74	40,88 $\pm$ 5,05
	Д-II	34,15 $\pm$ 7,79	40,92 $\pm$ 8,24	45,36 $\pm$ 8,74
	Д-III	31,91 $\pm$ 6,57	36,21 $\pm$ 3,98	47,66 $\pm$ 9,67*

Примітки: див. примітки до табл. 2

Вплив ефірної олії чебрецю на даний показник вірогідно збільшився на 30,7 % та 15,6 % ($p < 0,001-0,01$) протягом періоду дослідження за умов сильного теплового стресу. На нашу думку, зменшення загальної кількості тромбоцитів на тлі зростання їхнього середнього об'єму свідчить про активацію тромбоцитопоезу та компенсаторну реакцію організму кролів на сильний тепловий стрес.

Таблиця 4

Кількість тромбоцитів і їхні індекси у крові кролів за впливу ефірних олій як фітогенних кормових добавок в умовах сильного теплового стресу ($M \pm SD$, $n=8$)

Показник	Група тварин	Період дослідження		
		Підготовчий	Дослідний	
			50-та доба (15 днів додавання ЕО)	65-та доба (15 днів додавання ЕО)
Загальна кількість тромбоцитів, 10^9 /л	К	448,37 $\pm$ 35,23	492,25 $\pm$ 42,34	462,00 $\pm$ 56,97
	Д-I	465,62 $\pm$ 50,60	475,87 $\pm$ 56,91	453,12 $\pm$ 57,91
	Д-II	423,62 $\pm$ 55,59	445,00 $\pm$ 53,29	404,50 $\pm$ 74,78
	Д-III	432,25 $\pm$ 80,82	402,12 $\pm$ 92,45*	443,37 $\pm$ 71,48
Середній об'єм тромбоцита, фл	К	5,17 $\pm$ 0,45	4,07 $\pm$ 0,50	4,55 $\pm$ 0,46
	Д-I	4,90 $\pm$ 0,47	4,85 $\pm$ 0,41**	4,96 $\pm$ 0,39
	Д-II	5,18 $\pm$ 0,18	5,32 $\pm$ 0,23***	5,26 $\pm$ 0,27**
	Д-III	4,82 $\pm$ 0,53	5,06 $\pm$ 0,39**	4,92 $\pm$ 0,54

Тромбоцит, %	К	0,293±0,031	312,00±0,072	0,303±0,027
	Д-I	0,276±0,034	0,253±0,070	0,268±0,063
	Д-II	0,256±0,042	0,265±0,053	0,277±0,054
	Д-III	0,278±0,032	0,307±0,019	0,293±0,031
Ширина розподілу тромбоцитів по об'єму, %	К	10,78±1,07	11,53±0,81	11,85±1,09
	Д-I	11,58±1,23	12,86±1,50	12,35±1,07
	Д-II	11,01±1,00	11,81±1,65	11,36±1,79
	Д-III	12,67±2,04	12,32±1,57	11,90±1,75

Примітки: див. примітки до табл. 2

Отже, застосування ефірних олій лікарських рослин *C. officinalis* (60 мг/0,6 кг), *T. serpyllum* (78 мг/0,6 кг) та *L. angustifolia* (60 мг/0,6 кг) у складі раціону кролів сприяло позитивним змінам гематологічних показників на 50-ту і 65-ту добу дослідження за умов сильного теплового стресу. Встановлено, що ефірна олія *C. officinalis* забезпечила найбільш виражені позитивні зміни у гематологічному профілі кролів, що виявилось у підвищенні рівня еритроцитів ($p<0,05$), гемоглобіну ($p<0,05$), середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті ($p<0,05$), загального вмісту моноцитів ($p<0,001-0,05$), відносного вмісту моноцитів ($p<0,01$), відносного й абсолютного вмісту гранулоцитів ($p<0,05$), середнього об'єму тромбоцитів ($p<0,01$) та у зниженні загального вмісту лейкоцитів ($p<0,05-0,01$) і відносного вмісту лімфоцитів ($p<0,05$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Abd El-Hack M. E., Alagawany M., Farag M. R. et al. Beneficial impacts of thymol essential oil on health and production of animals, fish and poultry: a review // J. Essential Oil Res. 2016. Vol. 28 (5). P. 365–382. DOI: 10.1080/10412905.2016.1153002.
2. Abdelnour S. A., El-Ratel I. T., Peris S. I. et al. Effects of dietary thyme essential oil on blood haematobiochemical, redox status, immunological and reproductive variables of rabbit does exposed to high environmental temperature // Ital. J. Anim. Sci. 2022. Vol. 21. P. 51–61. DOI: 10.1080/1828051X.2021.2006807.
3. Abdel-Wareth A. A. A., Metwally A. E. Productive and physiological response of male rabbits to dietary supplementation with thyme essential oil // Animals (Basel). 2020. Vol. 10 (10). P. 1844. DOI: 10.3390/ani10101844.
4. Abdel-Wareth A. A. A., Taha E. M. M., Südekum K. H., Lohakare J. Thyme oil inclusion levels in a rabbit ration: Evaluation of productive performance, carcass criteria and meat quality under hot environmental conditions // Anim. Nutr. 2018. Vol. 4 (4). P. 410–416. DOI: 10.1016/j.aninu.2018.02.004.
5. Adelodun O. F. Thermo physiological traits of Californian, New Zealand white, Havana black and Palomino brown rabbits raised in humid tropics // J. Biol. Agric. Healthc. 2015. Vol. 5. No. 3. P. 204–210. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/20207>
6. Ahmed A. E., Alkahtani M. A., Wareth A. A. A. Thyme leaves as an eco-friendly feed additive improves both the productive and reproductive performance of rabbits under hot climatic conditions // Vet. Med. 2020. Vol. 65 (12). P. 553–563. DOI: 10.17221/42/2020-VETMED.
7. Austermann J., Roth J., Barczyk-Kahlert K. The good and the bad: monocytes' and

- macrophages' diverse functions in inflammation // *Cells*. 2022. Vol. 11 (12). P. 1979. DOI: 10.3390/cells11121979.
8. *Batiha G. E., Teibo J. O., Wasef L. et al.* A review of the bioactive components and pharmacological properties of *Lavandula* species // *Naunyn Schmiedebergs Arch. Pharmacol.* 2023. Vol. 396 (5). P. 877–900. DOI: 10.1007/s00210-023-02392-x.
 9. *Benlemlih M., Barchan A., Aarab A. et al.* Effect of dietary dried fennel and oregano and thyme supplementation on zootechnical parameters of growing rabbits // *World Vet. J.* 2020. Vol. 10. P. 332–337. DOI: 10.36380/scil.2020.wvj43.
 10. *But V., Bulboacă A., Rus V. et al.* Anti-inflammatory and antioxidant efficacy of lavender oil in experimentally induced thrombosis // *Thrombosis J.* 2023. Vol. 21. P. 85. DOI: 10.1186/s12959-023-00516-0.
 11. *Çolak A., Yildiz A.* The effect of lavender essential oil on performance, carcass characteristics and serum parameters of broilers // *J. Hell Vet. Med. Soc.* 2024. Vol. 75, No. 2. P. 7485–7492. DOI: 10.12681/jhvms.35084.
 12. *Da Silveira e Sá R. D. C., Andrade L. N., De Sousa D. P.* Sesquiterpenes from essential oils and anti-inflammatory activity // *Nat. Prod. Commun.* 2015. Vol. 10. P. 1767–1774. DOI: 10.1177/1934578x1501001033.
 13. *Ejiohuo O., Folami S., Maigoro A. Y.* Calendula in modern medicine: Advancements in wound healing and drug delivery applications // *Eur. J. Med. Chem. Rep.* 2024. Vol. 12. P. 100199. DOI: 10.1016/j.ejmcr.2024.100199.
 14. *El-Azeem A., Ahmed E., Al-Sagheer A. A. et al.* Effect of dietary supplementation with betaine, thyme oil and their mixtures on productive performance of growing rabbits // *Zagazig J. Agric. Res.* 2019. Vol. 46 (3). P. 815–828. DOI: 10.21608/ZJAR.2019.40971.
 15. *El-Sabrout K., Khalifah A., Ciani F.* Current applications and trends in rabbit nutraceuticals // *Agriculture*. 2023. Vol. 13 (7). P. 1424. DOI: 10.3390/agriculture13071424.
 16. *Giovannini D., Gismondi A., Basso A. et al.* *Lavandula angustifolia* Mill. essential oil exerts antibacterial and anti-inflammatory effect in macrophage mediated immune response to *Staphylococcus aureus* // *Immunol. Invest.* 2016. Vol. 45 (1). P. 11–28. DOI: 10.3109/08820139.2015.1085392.
 17. *Jimoh O. A., Ewuola E. O., Balogun A. S.* Oxidative stress markers in exotic breeds of rabbit during peak of heat stress in Ibadan, Nigeria // *J. Adv. Biol. Biotechnol.* 2017. Vol. 12. No. 1. P. 1–9. DOI: 10.9734/JABB/2017/30437.
 18. *Koto R., Imamura M., Watanabe C. et al.* Linalyl acetate as a major ingredient of lavender essential oil relaxes the rabbit vascular smooth muscle through dephosphorylation of myosin light chain // *J. Cardiovasc. Pharmacol.* 2006. Vol. 48 (1). P. 850–856. DOI: 10.1097/01.fjc.0000238589.00365.42.
 19. *Liang Z. L., Chen F., Park S. et al.* Impacts of heat stress on rabbit immune function, endocrine, blood biochemical changes, antioxidant capacity and production performance, and the potential mitigation strategies of nutritional intervention // *Front Vet. Sci.* 2022. May 26 (9). P. 906084. DOI: 10.3389/fvets.2022.906084.
 20. *Ma C., Haiying M., Li K.* Research progress of Nrf2/ARE pathway and body's antioxidant mechanism // *J. Jilin Univ. (Med. Ed.)* 2011. Vol. 37. No. 1. P. 187–190. DOI: 10.13481/j.1671-587x.2011.01.001.
 21. *Marai I. F. M., Habeeb A. A. M., Gad A. E.* Rabbit's productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: A review // *Livest. Prod. Sci.* 2002. Vol. 78. No. 2. P. 71–90. DOI: 10.1016/S0301-6226(02)00091-X.

22. Mirazi N., Baher A., Nourian A., Safari S. Study of Protective Effects of *Calendula officinalis* L. Hydrethanolic Extract on Blood Parameters in Wistar Rats Treated With Cyclophosphamide // Qom. Univ. Med. Sci. J. 2022. Vol. 15. P. 744–755. DOI: 10.32598/qums.15.11.1757.3.
23. Pandey P., Despande B. Antioxidant activity in the leaves and petals of *Calendula officinalis* Linn // Asian. Pac. J. Health Sci. 2022. Vol. 9. P. 130–132. DOI: 10.21276/apjhs.2022.9.2.26.
24. Pandur E., Balatináč A., Micalizzi G. et al. Anti-inflammatory effect of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) essential oil prepared during different plant phenophases on THP-1 macrophages // BMC Complement. Med. Ther. 2021. Vol. 21 (1). P. 287. DOI: 10.1186/s12906-021-03461-5.
25. Parham S., Kharazi A. Z., Bakhsheshi-Rad H. R. et al. Antioxidant, antimicrobial and antiviral properties of herbal materials // Antioxidants (Basel). 2020. Dec 21;9(12):1309. DOI: 10.3390/antiox9121309.
26. Patil K., Sanjay C., Doggalli N. et al. A review of *Calendula officinalis* magic in science // J. Clin. Diagn. Res. 2022. Vol. 16. P. ZE23–ZE27. DOI: 10.7860/JCDR/2022/52195.16024.
27. Petrovska I., Salyha Y., Vudmaska I. Statistical methods in biological research. Kyiv: Ahrarna nauka, 2022. (In Ukrainian).
28. Placha I., Chrastinova L., Laukova A. et al. Effect of thyme oil on small intestine integrity and antioxidant status, phagocytic activity and gastrointestinal microbiota in rabbits // Acta Vet. Hung. 2013 Jun;61 (2). P. 197–208. DOI: 10.1556/AVet.2013.012.
29. Sato Y., Yamakose H., Suzuki Y. Mechanism of hypotonic hemolysis of human erythrocytes // Biol Pharm Bull. 1993. Vol. 16. No. 5. P. 506–512. DOI: 10.1248/bpb.16.506.
30. Shahane K., Kshirsagar M., Tambe S. et al. An updated review on the multifaceted therapeutic potential of *Calendula officinalis* L. // Pharmaceuticals (Basel). 2023. Vol. 16 (4). P. 611. DOI: 10.3390/ph16040611.
31. Skrivan M., Englmaierová M., Skrivanová E., Bubancová I. Effects of marigold flower extract on lutein and zeaxanthin content in eggs of hens // Czech. J. Anim. Sci. 2015. Vol. 60. P. 89–96. DOI: 10.17221/8073-CJAS.
32. Szakiel A., Ruszkowski D., Janiszowska W. Saponins in *Calendula officinalis* L. – Structure, biosynthesis, transport and biological activity // Phytochem. Rev. 2005. Vol. 4. P. 151–158. DOI: 10.1007/s11101-005-4053-9.
33. Youssef A. Attia, Ahmed A. Bakhshwain, Nehal K. Bertu. Thyme oil (*Thyme vulgaris* L.) as a natural growth promoter for broiler chickens reared under hot climate // Ital. J. Anim. Sci. 2017. Vol. 16. No. 2. P. 275–282. DOI: 10.1080/1828051X.2016.1245594

Стаття надійшла до редакції 21.10.25

доопрацьована 10.01.26

прийнята до друку 21.01.26

EFFECT OF MEDICINAL PLANT ESSENTIAL OILS AS PHYTOGENIC FEED ADDITIVES ON THE HEMATOLOGICAL PROFILE OF RABBITS UNDER HEAT STRESS

O. Boiko¹, M. Bashchenko¹, O. Honchar¹, O. Havrysh¹, M. Yuzviak², P. Lesyk³, S. Monastyrska⁴, Y. Pavlyshak⁴, H. Klepach⁴, Y. Lesyk^{2,4*}

¹*Cherkasy Experimental Station of Bioresources, NAAS*

76, Pasterivska St., Cherkasy 18036, Ukraine

²*Institute of Animal Biology NAAS*

38, V. Stus St., Lviv 79034, Ukraine

³*Uzhhorod National University*

3, Soborna Sq., Uzhhorod 88000, Ukraine

⁴*Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University*

24, Ivan Franko St., Drohobych 82100, Ukraine

e-mail: lesyk.ya@dspu.edu.ua

Under high ambient temperatures (28.9–30 °C), rabbits are unable to effectively regulate their body temperature, leading to the development of severe heat stress. This results in decreased productivity, increased mortality rates, and disruption of physiological homeostasis due to the excessive formation of reactive oxygen species. Traditional feed additives are insufficiently effective in mitigating these consequences. Essential oils (EOs) from medicinal plants, rich in phenolic compounds, possess potent antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory potential, making them promising bioactive supplements for alleviating the negative effects of heat stress.

This study aimed to investigate changes in the hematological profile of young Termond White rabbits (analogues) under severe heat stress conditions (temperature-humidity index 29.2–29.3) influenced by the EOs of *Calendula officinalis*, *Thymus serpyllum*, and *Lavandula angustifolia* as bioactive supplements in their standard diet. The animals were divided into a control group and three experimental groups, which additionally received EOs: *C. officinalis* (60mg/0.6kg feed), *T. serpyllum* (78mg/0.6kg feed), or *L. angustifolia* (60mg/0.6kg feed). Blood analysis for determining hematological parameters was performed on the 50th and 65th days of the experiment.

It was established that the supplementary administration of medicinal plant EOs to the standard feed ensured a positive dynamic in the rabbits' hematological indices. The EOs of *C. officinalis*, *T. serpyllum*, and *L. angustifolia* proved to be effective phytogetic supplements capable of reducing the negative impact of heat stress and maintaining immune homeostasis in rabbits.

The most pronounced positive effect was demonstrated by the *C. officinalis* EO, which was reflected in a significant increase in erythrocyte levels ($p < 0.01$), hemoglobin ($p < 0.05$), mean corpuscular hemoglobin (MCH, $p < 0.05$), a rise in the relative content of monocytes (49.8 %, $p < 0.001–0.01$), and a decrease in the total count of leukocytes ($p < 0.05–0.01$) and lymphocytes ($p < 0.05$). The addition of all three EOs promoted the activation of the monocyte-macrophage immunity link and a compensatory reaction of thrombopoiesis (increase in mean platelet volume $p < 0.01$). The *C. officinalis* EO proved to be the most promising for reducing oxidative load and supporting erythropoiesis.

Keywords: rabbits, hematological profile, heat stress, essential oils, medicinal plants.