

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 636.5:591.111:636.087.7

**Вплив інсектної біомаси личинок *Hermetia illucens* на морфологічні та біохімічні показники крові фазанів**Джус В.М., Бондаренко Л.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет



Бондаренко Л.В. E-mail: lvbondarenko@ukr.net



Джус В.М., Бондаренко Л.В. Вплив інсектної біомаси личинок *Hermetia illucens* на морфологічні та біохімічні показники крові фазанів. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2026. № 1. С. 24–31.

Dzhus V., Bondarenko L. The effect of *Hermetia illucens* larval biomass on the morphological and biochemical parameters of pheasant blood. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2026. № 1. PP. 24–31.

Рукопис отримано: 18.02.2026 р.

Прийнято: 03.03.2026 р.

Затверджено до друку: 19.05.2026 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2026-202-1-24-31

ISSN 2310-9289

У статті наведено результати експериментального дослідження впливу інсектної біомаси личинок мухи чорної львинки (*Hermetia illucens*) на морфологічні та біохімічні показники крові фазанів (*Phasianus colchicus*).

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку альтернативних джерел високоякісного кормового білка в умовах зростання вартості традиційних протеїнових компонентів і посилення екологічних вимог до виробництва кормів.

Експеримент проведено на 40 клінічно здорових фазанах віком 6 тижнів, яких було розподілено на контрольну та три дослідні групи залежно від рівня включення інсектної біомаси до складу комбікорму (5 %, 10 %, 15 %). Упродовж 30 днів визначали морфологічні (кількість еритроцитів і лейкоцитів, концентрацію гемоглобіну, гематокрит, швидкість осідання еритроцитів) та біохімічні (вміст загального білка, альбумінів, глюкози, сечовини, креатиніну, активність аланінамінотрансферази та аспаратамінотрансферази, концентрацію кальцію і фосфору) показники крові.

Встановлено, що включення біомаси *Hermetia illucens* до раціону фазанів сприяє активації еритропоезу та покращенню кисневотранспортної функції крові, що підтверджується підвищенням кількості еритроцитів, рівня гемоглобіну та гематокриту. Зростання кількості лейкоцитів свідчить про посилення неспецифічної резистентності організму.

Біохімічний профіль крові характеризувався підвищенням концентрації загального білка та альбумінів, що вказує на інтенсифікацію білкового обміну та високу біологічну цінність протеїну інсектної біомаси. Підвищення рівнів концентрації кальцію та фосфору відображає позитивний вплив досліджуваної добавки на мінеральний обмін. Активність печінкових ферментів залишалася в межах фізіологічної норми, що підтверджує безпечність застосування інсектної біомаси у годівлі птиці. Найбільш виражені позитивні зміни морфологічних і біохімічних показників крові зафіксовано за включення *Hermetia illucens* на рівні 10 %, що дає змогу розглядати цю дозу як оптимальну для годівлі молодняку фазанів.

**Ключові слова:** інсектна біомаса, *Hermetia illucens*, фазани, кров, морфологічні показники, біохімічні показники, альтернативний білок.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** У сучасних умовах глобальних трансформацій агропромислового виробництва, зумовлених кліматичними змінами, зростанням антропогенного навантаження на довкілля та підвищенням вимог до безпечності й якості продукції тваринництва, особливої актуальності набуває проблема оптимізації кормової бази [1, 2]. У ветеринарній і зоотехнічній практиці все більшого значення набувають розробка й упровадження екологічно безпечних, біологічно повноцінних та економічно обґрунтованих кормових компонентів, здатних забезпечувати високий рівень метаболічних процесів, ефективність адаптаційних реакцій і підвищення резистентності організму тварин [3].

Традиційні джерела кормового білка, зокрема соєвий і рибний шрот, дедалі частіше обмежуються у використанні через високу вартість, конкуренцію з харчовою промисловістю та негативний вплив на довкілля, пов'язаний із їхнім виробництвом [4, 5]. У зв'язку з цим одним із пріоритетних напрямів сучасних наукових досліджень є пошук альтернативних джерел білка, здатних не лише компенсувати дефіцит протеїну в раціонах сільськогосподарських тварин, а й чинити позитивний вплив на фізіологічний стан організму, імунологічну реактивність і метаболічну стабільність, особливо у молодяку птиці.

Одним із найбільш перспективних нетрадиційних кормових інгредієнтів на сьогодні вважається інсектна біомаса, зокрема личинки мухи чорної львинки (*Hermetia illucens*). Вони характеризуються високим вмістом сирого протеїну (до 42–45 %), який відзначається збалансованим амінокислотним складом і високою біологічною цінністю. Білковий компонент личинок містить усі незамінні амінокислоти, зокрема лізин, метіонін, треонін, валін і аргінін, що відіграють ключову роль у синтезі тканинних білків, функціонуванні ферментних систем, формуванні імунної відповіді та підтриманні гомеостазу організму птиці [6–8].

Окрім протеїну, інсектна біомаса *Hermetia illucens* є цінним джерелом ліпідів, вміст яких може сягати 28–35 %. Ліпідна фракція личинок характеризується високою часткою середньоланцюгових жирних кислот, серед яких провідну роль відіграє лауринова кислота, відома своїми антимікробними, проти-запальними та імуномодуючими властивостями [9]. Наявність зазначених жирних кислот сприяє стабілізації кишкового мікро-

біоценозу, покращенню перетравності корму та зниженню ризику розвитку дисбіотичних процесів.

Важливою складовою біомаси личинок чорної львинки є також комплекс макро- та мікроелементів, зокрема кальцій (до 5 %), фосфор, цинк, залізо, мідь і марганець, які беруть безпосередню участь у процесах гемопоезу, мінералізації кісткової тканини, функціонуванні антиоксидантних систем і регуляції ферментативної активності [10, 11]. Окрім того, суха біомаса личинок містить вітаміни групи В (В1, В2, В5, В7), вітамін Е та каротиноїди, що забезпечують антиоксидантний захист клітин, стабілізацію клітинних мембран і підтримання енергетичного обміну [12–15].

За результатами численних експериментальних досліджень, включення інсектної біомаси до раціонів сільськогосподарської птиці асоціюється з підвищенням коефіцієнтів перетравності поживних речовин, активацією ферментів шлунково-кишкового тракту, інтенсифікацією ростових процесів, підвищенням неспецифічної резистентності та покращенням показників крові [16, 17].

Окрему роль у формуванні зазначених ефектів відіграють компоненти хітинової оболонки личинок, зокрема хітин і його похідні, які проявляють властивості природних імуномодуляторів і сприяють активації клітинних і гуморальних ланок імунної системи [18–20].

Фазан (*Phasianus colchicus*) як представник родини фазанових є об'єктом як промислового птахівництва, так і експериментальних біологічних і ветеринарно-фізіологічних досліджень. Водночас, порівняно з традиційними видами сільськогосподарської птиці – курями та індиками – фазан залишається менш вивченим у контексті особливостей обміну речовин, адаптаційних реакцій і відповіді організму на використання нетрадиційних кормових компонентів [21]. Особливо обмеженими є дані щодо впливу інсектної біомаси на гематологічний і біохімічний статус фазанів.

З огляду на те, що показники крові є чутливими інтегральними маркерами фізіологічного стану організму, інтенсивності метаболічних процесів та ефективності годівлі, дослідження змін морфологічних і біохімічних параметрів крові фазанів за умов включення інсектної біомаси *Hermetia illucens* до складу раціону є обґрунтованими практично значущим. Отримані результати можуть слугувати підґрунтям для подальшого впровадження інсектної біомаси у годівлю нетрадиційних

видів птиці та розробки ефективних і безпечних кормових стратегій.

**Мета дослідження** – оцінити вплив згодовування інсектної біомаси личинок *Hermetia illucens* на морфологічні та біохімічні показники крові фазанів як інтегральних маркерів фізіологічного стану організму та ефективності використання корму.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в умовах науково-дослідного інституту Білоцерківського НАУ, Київська область, Україна. Для експерименту відібрано 40 клінічно здорових фазанів віком 6 тижнів, які були розподілені на 4 групи по 10 голів. Тривалість експерименту становила 30 діб.

- Контрольна група (К) – стандартний комбікорм без додавання інсектної біомаси.

- Дослідна група 1 (Д1) – комбікорм із додаванням 5 % біомаси личинок *Hermetia illucens*.

- Дослідна група 2 (Д2) – комбікорм із додаванням 10 % біомаси личинок *Hermetia illucens*.

- Дослідна група 3 (Д3) – комбікорм із додаванням 15 % біомаси *Hermetia illucens*.

Птахи утримувалися в кліткових батареях за стандартних умов мікроклімату: температура 20–25 °С, відносна вологість 55–65 %, світловий день 14 год/добу (природне+штучне освітлення). Вода і корм надавалися у вільному доступі.

У дослідженні використовувалися висушені та подрібнені личинки *Hermetia illucens*.

Таблиця 1 – Поживний склад біомаси личинок *Hermetia illucens*

Показник	Вміст
Сирий протеїн, %	50,1–50,6
Жири, %	34,0–34,8
Вуглеводи, %	6,0–6,5
Зола, %	0,8–1,1
Енергетична цінність, ккал/100г	200–202

Хімічний склад субстратів і личинок (вміст води, жиру, білка, вуглеводів, золи), а також амінокислотний склад опаришів визначали в Державному науково-дослідному контрольному інституті ветеринарних препаратів та кормових добавок (Львів, Україна).

Амінокислотний профіль *Hermetia illucens* визначали за допомогою системи капілярного електрофорезу Карел-105/105М (СЕ) (Україна), оснащеної спеціалізованим

програмним забезпеченням для інтеграції даних. Етапи визначення амінокислот описані у працях [22, 24].

Амінокислоти розподіляли за функціональними групами (глікогенні, кетогенні, ароматичні та сірковмісні) відповідно до даних, наведених у [23].

Висушування зразків подрібненої маси личинок здійснювали в сушильній шафі SNOL-3.5-I2 (Україна) при температурі 60–65 °С до досягнення стану сухості на дотик. Після висушування бюкс із речовиною охолоджували на повітрі, залишаючи на столі в лабораторії протягом 2 годин, а потім знову зважували на технічних терезах WTE-2100 (Україна).

Вологість у відсотках визначали за формулою:

$$\frac{(M_1 - M_2)}{M_1} \times 100 \%$$

де  $M_1$  – маса до сушіння;

$M_2$  – маса після сушіння;

100 – коефіцієнт перерахунку у відсотки.

Визначення вмісту протеїну в субстратах і висушеній масі личинок проводили методом К'ельдаля (ISO, 2009), а вміст жиру – методом Сокслета. Детальний опис методів визначення жиру, вуглеводів і золи наведено в працях [25, 26].

Енергетичну цінність личинок розраховували за формулою Атвотера:

$$ЕЦ = (P \times 4) + (F \times 9) + (C \times 4)$$

де ЕЦ – енергетична цінність, ккал/100 г сухої речовини;

P – вміст сирого протеїну, г/100 г;

F – вміст сирого жиру, г/100 г;

C – вміст вуглеводів, г/100 г;

4 і 9 – енергетичні коефіцієнти (ккал/г) [27].

На 30-ту добу експерименту у фазанів усіх груп здійснювали відбір венозної крові з крилової вени з дотриманням загальноприйнятих ветеринарно-санітарних і біоетичних вимог. Отримані зразки використовували для визначення морфологічних і біохімічних показників крові як інтегральних маркерів фізіологічного стану організму птиці.

Дослідження проводили в Науково-дослідній лабораторії «Молекулярно-генетичних та імунологічних досліджень» кафедри гігієни тварин та основ санітарії Білоцерківського НАУ.

Морфологічний аналіз крові включав визначення кількості еритроцитів ( $\times 10^{12}/л$ ), лейкоцитів ( $\times 10^9/л$ ), концентрації гемоглобіну (г/л), величини гематокриту (%) та швидкості осідання еритроцитів (мм/год).

Біохімічне дослідження сироватки крові передбачало визначення вмісту загального білка та альбумінів (г/л), концентрації глюкози (ммоль/л), показників азотистого обміну — сечовини (ммоль/л) і креатиніну (мкмоль/л), активності печінкових ферментів аланінамінотрансферази (АЛТ) та аспартатамінотрансферази (АСТ) (Од/л), а також рівня мінеральних компонентів — кальцію та фосфору (ммоль/л).

Морфологічні показники визначали за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора URIT-2900 Vet, тоді як біохімічні показники оцінювали на біохімічному аналізаторі ChemWell 2910 (Cormay, Польща) із застосуванням стандартних діагностичних наборів відповідно до інструкцій виробника.

**Результати дослідження та обговорення.** У ході дослідження оцінювали вплив включення інсектної біомаси личинок *Hermetia illucens* у раціон фазанів на морфологічні та біохімічні показники крові. Аналіз отриманих даних дав змогу визначити фізіологічну реакцію організму птиці на нетрадиційний білковий компонент і оцінити його ефективність і безпечність для годівлі. У цьому розділі представлені узагальнені результати дослідження та проведено їхній порівняльний аналіз із контрольною групою.

Введення інсектної біомаси до раціону фазанів спричинило помітні зміни морфологічних показників крові, що відображає адаптаційні та метаболічні реакції організму. Зокрема, кількість еритроцитів у дослідних групах підвищувалася порівняно з контрольною на 5–10 %, що свідчить про активацію еритропоезу та покращення киснево-транспортної функції крові. Найбільш виражене зростання відзначалося при середньому рівні включення інсектної біомаси (10 %), тоді як підвищення до 15 % не забезпечувало суттє-

вого додаткового ефекту, що вказує на оптимальну дозу компонента.

Рівень гемоглобіну продемонстрував аналогічну тенденцію, зростаючи в середньому на 3–6 % порівняно з контрольною групою, що корелює з підвищенням кількості еритроцитів і відображає покращену здатність крові транспортувати кисень. Гематокрит також зростав пропорційно, демонструючи збільшення частки формених елементів у загальному об'ємі крові. Найвиразніше ці зміни проявлялися у другій дослідній групі, де при 10 % включенні інсектної біомаси вміст еритроцитів становив  $2,91 \times 10^{12}/л$  проти  $2,65 \times 10^{12}/л$  у контрольній групі, концентрація гемоглобіну – 104,2 г/л проти 98,5 г/л, а гематокрит – 37,8 % проти 34,2 %. Саме ці індикатори найбільш повно характеризують інтенсивність еритропоезу та функціональну спроможність крові забезпечувати тканини киснем. Одержані результати свідчать про покращення киснево-транспортної функції крові та певну активацію процесів гемопоєзу під впливом інсектної біомаси.

Кількість лейкоцитів у дослідних групах підвищувалася приблизно на 9–15 % порівняно з контрольною групою. Найвищий показник спостерігався у другій дослідній групі –  $24,6 \times 10^{12}/л$  проти  $21,3 \times 10^{12}/л$  у контролі, що свідчить про активацію неспецифічної імунної відповіді організму. Такий ефект зумовлений як поживними властивостями інсектної біомаси, так і наявністю в її складі біологічно активних сполук, зокрема компонентів хітинової оболонки, які мають імуномодулюючі властивості. Незважаючи на зазначені зміни, швидкість осідання еритроцитів залишалася стабільною, що свідчить про відсутність запального процесу або вираженої патологічної реакції. Таким чином, збільшення кількості лейкоцитів має адаптаційний і фізіологічний характер.

Таблиця 2 – Морфологічні показники крові фазанів за включення до раціону інсектної біомаси *Hermetia illucens* до раціону

Показник	Групи птиці			
	К (n=10) (0 %)	Д1 (n=10) (5 %)	Д2 (n=10) (10 %)	Д3 (n=10) (15 %)
Еритроцити, $\times 10^{12}/л$	2,65 $\pm$ 0,08	2,78 $\pm$ 0,07	2,91 $\pm$ 0,07*	2,88 $\pm$ 0,06*
Лейкоцити, $\times 10^9/л$	21,3 $\pm$ 0,9	23,2 $\pm$ 1,0	24,6 $\pm$ 1,2*	23,9 $\pm$ 1,1
Гемоглобін, г/л	98,5 $\pm$ 1,6	101,8 $\pm$ 2,0	104,2 $\pm$ 2,1*	103,6 $\pm$ 2,2*
Гематокрит, %	34,2 $\pm$ 1,2	36,0 $\pm$ 1,3	37,8 $\pm$ 1,1*	37,1 $\pm$ 1,2*
ШОЕ, мм/год	4,3 $\pm$ 0,6	4,1 $\pm$ 0,5	3,9 $\pm$ 0,4	4,0 $\pm$ 0,5

Примітка: \* – різниця статистично достовірна порівняно з контролем ( $p \leq 0,05$ ).

Зростання показників крові фазанів можна пояснити високою біологічною цінністю протеїну *Hermetia illucens*, який характеризується збалансованим амінокислотним складом і достатнім вмістом незамінних амінокислот, критично важливих для пластичних процесів, синтезу білків, ферментативної активності та кровотворення. Окрім того, біомаса личинок містить ряд мінеральних елементів, зокрема залізо, мідь, цинк, кальцій і фосфор, що прямо або опосередковано беруть участь у гемопоезі та підтриманні функціонального стану клітин крові. У цьому контексті отримані результати узгоджуються з даними інших дослідників, які повідомляють про покращення гематологічних показників птиці при включенні кормових інсектних компонентів до раціону [1, 2, 5].

Таким чином, включення інсектної біомаси до раціону фазанів сприяє підвищенню показників червоних клітин та імунного статусу. При цьому середній рівень введення (10 %) забезпечує максимальний ефект, що робить його оптимальним для практичного застосування у годівлі молодняку птиці.

Водночас подальше підвищення рівня включення інсектної біомаси до 15 % не супроводжувалося пропорційним збільшенням еритроцитів. У третій дослідній групі значення еритроцитів, гемоглобіну та гематокриту залишалися вищими за контроль, однак не перевищували відповідних величин другої дослідної групи. Така тенденція свідчить про те, що після досягнення певного рівня

забезпечення організму цінними поживними речовинами подальше збільшення частки інсектної біомаси не забезпечує еквівалентного посилення фізіологічного ефекту.

З практичної точки зору ці дані підтверджують оптимальність включення 10 % інсектної біомаси до раціону фазанів для досягнення максимального позитивного впливу на морфологічні показники крові та імунний статус птиці.

Отримані біохімічні результати в цілому підтвердили дані морфологічного аналізу та дали змогу глибше оцінити спрямованість метаболічних змін. Одним із найбільш інформативних показників виявився рівень загального білка, який у дослідних групах зростає порівняно з контролем, досягаючи максимального значення у другій дослідній групі – 53,4 г/л проти 48,7 г/л у контрольній групі.

Аналогічна тенденція спостерігалася й щодо альбумінів: у групі з 10 % включення інсектної біомаси їхня концентрація становила 27,8 г/л проти 25,1 г/л у контрольній групі. Підвищення вмісту загального білка та альбумінів у сироватці крові свідчить про інтенсифікацію білкового синтезу та високу доступність і засвоюваність протеїну *Hermetia illucens*. З огляду на фізіологічну роль альбумінів як основної транспортної фракції плазмових білків, стабілізаторів онкотичного тиску та резерву амінокислот, їхнє підвищення можна оцінювати як позитивний прояв оптимізації пластичного обміну.

Таблиця 3 – Біохімічні показники крові фазанів за включення до раціону інсектної біомаси *Hermetia illucens*

Показник	Групи птиці			
	К (n=10)	Д1(n=10) (5 %)	Д2(n=10) (10 %)	Д3(n=10) (15 %)
Загальний білок, г/л	48,7±1,2	51,0±1,3	53,4±1,4*	52,8±1,5*
Альбуміни, г/л	25,1±0,9	26,4±0,8	27,8±0,7*	27,2±0,9
Глюкоза, ммоль/л	9,1±0,3	9,0±0,4	8,9±0,4	9,0±0,3
АЛТ, Од/л	18,4±0,8	18,9±0,9	19,2±1,0	19,1±1,0
АСТ, Од/л	48,6±1,3	49,5±1,2	50,2±1,4	49,8±1,5
Сечовина, ммоль/л	3,4±0,3	3,8±0,3	4,2±0,2*	4,1±0,3*
Креатинін, мкмоль/л	61,0±3,0	64,0±3,0	67,0±2,0*	66,0±2,0
Кальцій, ммоль/л	2,1±0,1	2,3±0,1	2,5±0,1*	2,4±0,1*
Фосфор, ммоль/л	1,8±0,1	1,9±0,1	2,1±0,1*	2,0±0,1*

Примітка: \* – різниця статистично достовірна порівняно з контролем ( $p \leq 0,05$ ).

Підвищення рівня сечовини та креатиніну в сироватці крові фазанів корелює зі збільшеним споживанням і перетворенням білка, що свідчить про інтенсифікацію білкового обміну. Так, концентрація сечовини підвищувалася з 3,4 ммоль/л у контрольній групі до 4,2 ммоль/л у групі з 10 % включення інсектної біомаси та 4,1 ммоль/л у групі з 15 %. Рівень креатиніну відповідно зростав із 61,0 до 67,0 і 66,0 мкмоль/л.

Такі зміни доцільно розглядати як наслідок посилення білкового обміну та більш інтенсивного використання амінокислот у метаболічних процесах, а не як прояв функціонального перевантаження нирок. Підставою для цього є відсутність паралельних ознак токсичного впливу, стабільність інших біохімічних показників і загальна позитивна динаміка фізіологічних параметрів.

Ще одним важливим показником є достовірне підвищення концентрації кальцію та фосфору в крові фазанів дослідних груп. У другій дослідній групі вміст кальцію становив 2,5 ммоль/л проти 2,1 ммоль/л у контрольній групі, а вміст фосфору – 2,1 ммоль/л проти 1,8 ммоль/л. Зростання цих показників, найімовірніше, відображає не лише надходження відповідних елементів із кормом, а й покращення їхнього засвоєння. Для молодняку фазанів це має особливе значення, оскільки у віці інтенсивного росту кальцій і фосфор відіграють ключову роль у формуванні кісткової тканини, розвитку м'язової системи та активації багатьох ферментативних реакцій. Таким чином, інсектна біомаса *Hermetia illucens* може розглядатися не лише як джерело високоякісного протеїну, а й як засіб оптимізації мінерального обміну у молодняку птиці.

Концентрація глюкози у сироватці крові практично не змінювалася між групами. Така стабільність свідчить про збереження енергетичного гомеостазу та відсутність вираженого стресового фактору. У контексті оцінки безпечності це є позитивною ознакою, оскільки свідчить про адекватну адаптацію фазанів до зміни білкової частини раціону без істотного порушення вуглеводного обміну.

Активність аланінамінотрансферази (АЛТ) та аспартатамінотрансферази (АСТ) у дослідних групах достовірно не відрізнялася від контрольної. Відсутність підвищення трансаміназ свідчить про те, що включення інсектної біомаси до складу комбікорму не спричиняло гепатоцелюлярного ушкодження або значного метаболічного навантаження на печінку. Це є особливо важливим, оскільки

печінка виступає центральним органом, що забезпечує перетворення поживних речовин і регуляцію білкового, ліпідного та вуглеводного обміну. Стабільність активності АЛТ і АСТ слугує вагомим доказом доброї переносимості інсектної біомаси навіть при включенні до раціону на рівні 15 %. Такі висновки узгоджуються з даними літератури, де зазначено відсутність негативного впливу продуктів переробки *Hermetia illucens* на біохімічний профіль крові птиці за раціонального рівня введення [2, 6, 8, 18].

**Висновки.** Згодовування інсектної біомаси личинок чорної львинки (*Hermetia illucens*) фазанам віком 6–10 тижнів супроводжувалося достовірними змінами морфологічних показників крові. У дослідних групах відзначено підвищення рівня гемоглобіну, кількості еритроцитів і величини гематокриту, що свідчить про активацію еритропоезу та покращення киснево-транспортної функції крові.

Біохімічний профіль крові птахів, яким згодовували інсектну біомасу, характеризувався збільшенням концентрації загального білка та альбумінів, а також зростанням рівня кальцію та фосфору у сироватці. Водночас активність трансаміназ (АЛТ, АСТ) залишалася в межах фізіологічних коливань, що свідчить про відсутність негативного впливу на функціональний стан печінки.

Найбільш виражені позитивні зміни морфологічних і біохімічних показників крові спостерігалися у групі з включенням *Hermetia illucens* на рівні 10 % від маси комбікорму, що може вказувати на оптимальність цієї дози з огляду на баланс між надходженням протеїну та його метаболічним використанням.

Отримані результати підтверджують доцільність подальшого вивчення інсектної біомаси як альтернативного білкового компонента у годівлі птиці, зокрема щодо її впливу на продуктивні показники, стан імунної системи та якість продукції.

## REFERENCES

1. Dabbou, S., Gai, F., Cullere, M., Biasato, I., De Marco, M. (2018). Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: effects on growth performance, carcass traits and blood parameters. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, Vol. 9. DOI:10.1186/s40104-018-0266-9
2. Mat, K., Salwani, M.S., Sazili, A.Q., Akit, H., Samsudin, A.A. (2021). Effects of the inclusion of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) in broiler diets on blood parameters. *Animals*, Vol. 11, no. 8, 2402 p. DOI:10.3390/ani11082402
3. Aprianto, M.A., Umami, N., Dihansih, E., Suryaningsih, E., Mulyani, T. (2023). Effect of sup-

- plementation of black soldier fly larvae oil in laying hens: productive performance and blood profiles. *Poultry Science*, Vol. 102, no. 8. DOI:10.1016/j.psj.2023.102543
4. Kaczor, M.B., Koszela, K., Piatek, M. (2022). The variety of applications of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Applied Sciences*, Vol. 12, no. 2, 683 p. DOI:10.3390/app12020683
5. El-Kaiaty, A.M., Ebrahim, M.A., Abdelhady, H.S. (2022). The Impact of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Feed on Growth Performance and Blood Profiles in Chickens. *World's Veterinary Journal*, Vol. 12, no. 2, pp. 133–140. DOI:10.54203/scil.2022.wvj17
6. Mazlan, N.A.F., Ghazali, M.F., Kamarudin, N.A. (2024). Effects of heat stress and a low energy diet on blood parameters and liver response in local chickens with *Hermetia illucens* inclusion. *Italian Journal of Animal Science*, Vol. 23, no. 1. DOI:10.1080/1828051X.2024.2401444
7. Abd El-Gawad, E.A., Zahran, E., Youssuf, H. (2025). Defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) diets improved hemato-immunological responses, biochemical parameters, and antioxidant activities in *Streptococcus iniae*-infected Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *BMC Vet Res.*, 21, 104 p. DOI:10.1186/s12917-025-04484-7
8. Gariglio, M., Dabbou, S., Crispo, M., Biasato, I., Gai, F., Gasco, L., Piacente, F., Odetti, P., Bergagna, S., Plachà, I. (2019). Effects of the Dietary Inclusion of Partially Defatted Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Meal on the Blood Chemistry and Tissue (Spleen, Liver, Thymus, and Bursa of Fabricius) Histology of Muscovy Ducks (*Cairina moschata domestica*). *Animals*, 9 (6), 307 p. DOI:10.3390/ani9060307
9. Abdel-Tawwab, M., Khalil, R.H. (2020). Effects of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal on growth performance, organs-somatic indices, body composition, and hemato-biochemical variables of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, Vol. 522. DOI:10.1016/j.aquaculture.2020.735136.
10. Srikha, T., Pootthachaya, P., Puangsap, W., Pintaphrom, N., Somparn, N., Boonkum, W., Cherdthong, A., Tengjaroenkul, B., Wongtangtharn, S. (2024). Effects of Black Soldier Fly Larvae Oil on Growth Performance, Blood Biochemical Parameters, Carcass Quality, and Metabolomics Profile of Breast Muscle of Thai Native Chickens. *Animals*, 14 (21), 3098 p. DOI:10.3390/ani14213098
11. Cammack, J.A., Tomberlin, J.K. (2017). The Impact of Diet Protein and Carbohydrate on Select Life-History Traits of The Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). *Insects*, 8 (2), 56 p. DOI:10.3390/insects8020056
12. Rytlewski, G., Flis, M., Grela, E.R. (2025). Effect of Meal and Whole Larvae of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) on the Performance, Blood Lipid Profile, Slaughter Characteristics, Sensory Properties and Fatty Acid Composition of Pheasant (*Phasianus colchicus* L.) Muscles. *Animals*, 15 (21), 3215 p. DOI:10.3390/ani15213215
13. Flis, M., Czyżowski, P., Beeger, S., Grela, E. (2024). Effect of dietary supplementation with insect meal on anatomical and morphological traits of pheasants (*Phasianus colchicus*). *Animal science and genetics*, 20 (1), pp. 65–75. DOI:10.5604/01.3001.0054.4829.
14. Flis, M., Józefiak, D., Bielak, A., Kasprek, K., Kierończyk, B., Grela, E.R. (2024). Insects as a natural component of pheasant diets: effects of full-fat *Hermetia illucens* meal on egg production and quality, hatchability, and selected physicochemical egg indices. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 33 (2), pp. 217–225. DOI:10.22358/178216/2024.
15. Osuch, B., Barszcz, M., Tomaszewska-Zaremba, D. (2024). The potential of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae in chicken and swine nutrition. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 33 (4), pp. 454–468. DOI:10.22358/jafs/192511/2024.
16. de Souza Vilela, J., Andronicos, N.M., Kolakshyapati, M., Hilliar, M., Sibanda, T.Z., Andrew, N.R., Swick, R.A., Wilkinson, S., Ruhnke, I. (2021). Black soldier fly larvae in broiler diets improve broiler performance and modulate the immune system. *Animal Nutrition*, Vol. 7, Issue 3, pp. 695–706. DOI:10.1016/j.aninu.2020.08.014.
17. Flis, M., Czyżowski, P., Rytlewski, G., Grela, E.R. (2024). Insect Meal as a Dietary Protein Source for Pheasant Quails: Performance, Carcass Traits, Amino Acid Profile and Mineral Contents in Muscles. *Animals*, 14 (20), 2992 p. DOI:10.3390/ani14202992
18. Chen, L., Sun, H., Song, H., Wang, G., Ma, X., Tu, J., Yang, L., Li, J., Wang, Y., Meng, X. (2025). Dietary inclusion of defatted black soldier fly larvae meal: Impacts on laying hen performance, egg quality, serum biomarkers, and intestinal morphology. *Front. Vet. Sci.* *Front. Vet. Sci.*, 12. DOI:10.3389/fvets.2025.1605077
19. Gadzama, I.U. (2025). Black soldier fly larvae as animal feed. *Bulg. J. Anim. Husb.*, 62, pp. 48–64. DOI:10.61308/LWHN4916
20. Adegbenro, M., Akinsanmi, S.S., Oyetunde, P.O. (2025). Haematology and serum biochemical indices of broiler chickens fed black soldier fly larvae meal-based diets. *Journal Of Agriculture, Forestry & Environment*, 8 (1), pp. 123–130. Available at: <https://jafe.net.ng/index.php/home/article/view/97>
21. Majeed, T.I., Ghani, Q.J., Jassim, J.M. (2024). Optimizing broiler performance: evaluating hemoglobin, blood chemistry, and immune response with graded levels of dietary black soldier fly larvae. *Dijlah J. Agric. Sci.*, 3 (2), pp. 174–188. Available at: <https://djas.uowasit.edu.iq/index.php/djas/en/article/view/270/185>
22. Borshch, A.A., Borshch, A., Lutsenko, M., Merzlov, S., Kosior, L., Lastovska, I., Pirova, L. (2018). Amino acid and mineral composition of milk from local Ukrainian cows and their crossbreedings with Brown Swiss and Montbeliarde breeds. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 43 (3), pp. 238–246. DOI:10.14710/jitaa.43.3.238-246

23. Barret, G. (2012). *Chemistry and Biochemistry of the Amino Acids*; Springer Science. Business Media: Berlin, Germany, pp. 6–25.

24. Strus, O.Y. (2015) The study of amino acid composition of sarpapel by the capillary electrophoresis method. *News of Pharmacy*, 2 (82), pp. 12–16.

25. Nielsen, S.S. (2017). *Food Analysis*. Springer International Publishing. DOI:10.1007/978-3-319-45776-5

26. AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International*. 21st Edition, AOAC, Washington DC.

27. Merrill, A.L., Watt, B.K. (1955). *Energy value of foods: basis and derivation*. Human Nutrition Research Branch, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture. no. 74.

### **The effect of *Hermetia illucens* larval biomass on the morphological and biochemical parameters of pheasant blood**

**Dzhus V., Bondarenko L.**

This study investigates the effect of insect biomass derived from black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae on the morphological and biochemical blood parameters of pheasants (*Phasianus colchicus*). The research addresses the growing need for alternative high-quality protein sources in animal nutrition amid rising costs of conventional feed ingredients and increasing environmental requirements.

The experiment was conducted on 40 clinically healthy pheasants aged 6 weeks, divided into one control group and three experimental groups receiving diets containing 5 %, 10 %, and 15 % insect biomass. Morphological parameters (erythrocyte and leukocyte counts, hemoglobin concentration, hematocrit, erythrocyte sedimentation rate) and biochemical profiles (total protein, albumin, glucose, urea, creatinine, alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) activity, calcium, and phosphorus) were evaluated over a 30-day period.

Dietary inclusion of *Hermetia illucens* biomass stimulated erythropoiesis and improved the oxygen-carrying capacity of the blood, as evidenced by increased erythrocyte counts, hemoglobin levels, and hematocrit values. Elevated leukocyte counts indicated enhanced nonspecific immune resistance. The biochemical profile showed increased levels of total protein and albumin, indicating enhanced protein metabolism and the high biological value of insect-derived protein. Higher calcium and phosphorus levels reflected a positive effect on mineral metabolism. Liver enzyme activity remained within physiological limits, confirming the safety of insect biomass use.

The most pronounced positive effects were observed at a 10 % inclusion level, which can be considered optimal for feeding young pheasants.

**Keywords:** insect biomass, *Hermetia illucens*, pheasants, blood parameters, biochemical parameters, alternative protein.



Copyright: Джус В.М., Бондаренко Л.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Бондаренко Л.В.

<https://orcid.org/0000-0003-3751-9140>