

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕРИТРОЦИТІВ І ГЕМОГЛОБІНУ КРОВІ ПТИЦІ (ОГЛЯДОВА)

Лівощенко Євгенія Михайлівна

кандидат ветеринарних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-5826-4824

evglivoshhenko@gmail.com

Павловський Вадим Володимирович

аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-8843-1205

vadimir1599@gmail.com

Оглядове дослідження присвячено вивченню особливостей еритроцитів у різних видів домашньої птиці: курей, індиків, гусей та перепелів. Наведено аналіз різноманітних наукових праць багатьох вітчизняних та зарубіжних авторів, присвячених морфологічним та функціональним характеристикам еритроцитів, таким як кількість, розмір та вміст гемоглобіну.

У крові птахів відбуваються життєво важливі процеси, такі як транспортування кисню та поживних речовин, забезпечення імунного захисту та підтримання гомеостазу, що є критично важливими для їх інтенсивного метаболізму. В умовах промислового вирощування, де птахи піддаються високому навантаженню, дослідження крові допомагає відстежувати фізіологічний стан та продуктивність. Однією з відмінних рис кровоносної системи птахів є наявність ядра в еритроцитах, що відрізняє їх від аналогічних клітин ссавців і сприяє вищій метаболічній активності.

Ця робота зосереджується на аналізі та узагальненні різноманітних наукових праць багатьох вітчизняних та зарубіжних авторів, та уніфікації даних наведених ними, огляд сфокусовано на темі порівняння еритроцитів курей, індиків, гусей та перепелів, аналізуючи їх морфологічні та кількісні показники за різними авторами. Результати аналізу даних показують, що гуси мають найбільший розмір еритроцитів і найбільшу кількість гемоглобіну, що допомагає забезпечити їхню потребу в кисні під час тривалих навантажень. У перепелів, навпаки, менші клітини та нижчий вміст гемоглобіну, що відповідає їхнім помірним енергетичним потребам. Курей та індиків характеризують проміжні показники, що забезпечують їхні фізіологічні потреби.

Дослідження еритроцитів різних видів свійської птиці є важливим діагностичним інструментом для оцінки їхнього здоров'я та пристосування до умов навколишнього середовища. Подальші дослідження у цій сфері дозволять розробити ефективніші стратегії утримання та підвищення продуктивності птиці.

В роботі проведено порівняльний аналіз отриманих даних та зроблено висновки про вплив розміру птиці, її метаболічної активності та умов утримання на склад крові. Результати дослідження можуть бути корисними для ветеринарії та птахівництва, дозволяючи оптимізувати умови утримання птиці.

Ключові слова: еритроцити, домашня птиця, кури, індики, гуси, перепели, гемоглобін, морфологія, ветеринарія, птахівництво.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.3.5>

Вступ. Кров в організмі птиці виконує основні життєві, важливі функції, зокрема до них входять транспортування кисню, поживних речовин і метаболітів, вуглекислого газу, а також забезпечення імунного захисту та гомеостазу. У птиці кров відіграє ключову роль у фізіологічних процесах, особливо з огляду на високі метаболічні потреби, пов'язані з їхньою інтенсивною життєдіяльністю. Висока рухливість, здатність до польоту, висока продуктивність (яйцекладка, м'ясна продуктивність) і постійна адаптація до мінливих умов навколишнього середовища, вимагають специфічних механізмів підтримання необхідного рівня кисню в клітинах крові та імунного захисту (Walter, et al., 1992; Soboliev, et al., 2010; Boiko, et al., 2013; Zhang, et al., 2015; Tumanov, et al., 2018; Doley, et al., 2023). Ці аспекти визначають унікальні характеристики системи кровообігу та клітинного складу крові у птиці. Форменні елементи крові птиці відрізняються за морфологічними та

функціональними особливостями від аналогічних клітин у ссавців, що обумовлено не лише еволюційними відмінностями, але й адаптацією до особливих екологічних і фізіологічних умов. Однією з найбільш виявленою відмінністю є наявність ядра в еритроцитах птиці, тоді як у ссавців вони без'ядерні. Данна особливість дозволяє еритроцитам птиці підтримувати більшу адаптивність у метаболічних процесах, оскільки ядро зберігає певну метаболічну активність, забезпечуючи більшу тривалість активного функціонування їх в організмі (Boiko, et al., 2013; Holubtsova, et al., 2013; Zhang, et al., 2015; Avdosieva, et al., 2019; Hadzalo, et al., 2021; Borysevych, et al., 2023). В даній статті ми розглянемо характерні особливості еритроцитів крові у кури, індиків, гусей та перепелів. Морфологічна картина крові є одним із найбільш інформативним показником фізіологічного стану птиці. Ці показники часто використовують у промислових і приватних господарствах.

Кожен з цих видів птиці має свої унікальні фізіологічні та адаптаційні особливості, що відображаються на кількісних і якісних характеристиках еритроцитів крові птиці (Buonocore, et al., 2014; Campbell, et al., 2015; López, 2018; Doley, et al., 2024).

Промислове вирощування птиці вимагає інтенсивного її використання, для отримання від неї м'яса, яєць, а також пуха та пір'я. Слід враховувати вплив негативних, як антропогенних факторів так і дію біотичних і абіотичних чинників на птицю. Відсутність контролю за станом організму птиці призводить до зниження продуктивності, ослаблення захисних механізмів в організмі птиці і підвищенні сприйнятливості до негативних факторів навколишнього середовища (Chumachenko, et al., 1990; Popomarenko, et al., 2012; Sloboda, 2013).

Таким чином, утримання птиці в промислових умовах має ряд факторів, які впливають на ріст, розвиток та фізіологічний стан птиці. Щоб нівелювати дію факторів навколишнього середовища при інтенсивному використанні птиці слід враховувати фізіологічні особливості організму птиці (Staines, et al., 2002; Lam, et al., 2003; Livoshchenko, et al., 2006; Liu, et al., 2009; Kambr, et al., 2011; Boiko, et al., 2013; Holubtsova, et al., 2013; Makeri, et al., 2017; Hadzalo, et al., 2021; Adams, et al., 2022).

Одним із найбільш інформативним показником, який часто використовують у виробничих умовах є формени елементи крові. Тому метою наших досліджень стало вивчення показників кількісного і якісного стану еритроцитів у крові різних видів птиці (Kambr, et al., 2011; Mykhailenko, et al., 2015; Livoshchenko, et al., 2019).

Матеріали та методи досліджень. Зміни у складі крові птиці є своєрідним маркером фізіологічного стану організму, який дозволяє своєчасно виявляти дію негативного впливу навколишнього середовища на організм птиці (Otchenashko, et al., 2012; Zamazii, et al., 2017; Doley, et al., 2024).

Колівання показників еритроцитів в крові також часто пов'язані зі змінами умов утримання та годівлі (Sellers, et al., 1981; Park, et al., 2016). Зокрема, інтенсивна експлуатація птиці у сільськогосподарських умовах є негативним фактором навколишнього середовища, що в свою чергу змінює склад крові через вплив на фізіологічні показники і процеси. (Zhang, et al., 2015; Nischemenko et al., 2017; Tumanov, et al., 2018).

Вивчення еритроцитів в крові свійської птиці має велике значення для ветеринарної медицини, оскільки дозволяє аналізувати фізіологічний стан організму птиці (Tumanov, et al., 2018; Demchuk, et al., 2016; Doley et al., 2024). До найбільш інформативних показників належать кількість еритроцитів у крові, їхній середній діаметр, а також вміст гемоглобіну, який визначає здатність крові переносити кисень (Koinarski, et al., 1987; Zamazii, et al., 2017; Khawaja, et al., 2017; Sugimoto et al., 2023). Відомо, що різні види свійської птиці мають різні фізіологічні та морфологічні особливості, що відображається на їхніх гематологічних показниках. (Lam, et al., 2003; Boiko, et al., 2013; Buonocore, et al., 2014). У цій роботі буде здійснено порівняння таких показників для курей, індиків, гусей та перепелів на основі даних щодо кількості еритроцитів,

їхнього діаметру та вмісту гемоглобіну (Chumachenko, et al., 1990; Kambr, et al., 2011).

Результати досліджень та їх обговорення. Життєвий цикл еритроцитів у птиці починається з процесу еритропоезу, який відбувається в кістковому мозку (López, et al., 2018; Baier, et al., 2021; Beason, et al., 2023). Цей процес включає кілька послідовних стадій диференціації клітин-попередників у зрілі еритроцити (Jin, et al., 2020). На ранніх етапах розвитку еритроцити мають ядро, яке зберігається навіть після їхнього дозрівання, на відміну від еритроцитів ссавців. (Kozma, et al., 1995; Lam, et al., 2003). У зрілих еритроцитах відбувається синтез гемоглобіну, що дозволяє їм виконувати свою головну функцію транспортування кисню (Livoshchenko, et al., 2006; Kozenko, et al., 2016).

У перепелів тривалість еритропоезу відносно коротка, що пов'язано з їхніми малими розмірами і швидким метаболізмом. Завдяки цьому, їхня кров швидко адаптується до змін навколишнього середовища, наприклад, до змін температури або рівня кисню в атмосфері. Після завершення еритропоезу зрілі еритроцити функціонують протягом відносно короткого періоду, що зумовлено високою швидкістю обміну речовин у цієї птиці (Koretchuk, et al., 2014; Baier, et al., 2021).

У курей процес еритропоезу триває довше, і це дозволяє сформувати більш стабільний пул еритроцитів, що зберігаються в кровообігу протягом тривалішого часу. У курей, як і у іншої птиці, еритроцити мають ядро протягом усього свого життєвого циклу, що дозволяє їм активно реагувати на потреби організму (Kozma, et al., 1995; Jones, et al., 2015; Mykhailenko, et al., 2015; Tyshkivska, et al., 2020).

В індиків життєвий цикл еритроцитів є подібним до курей, але їхні клітини мають більший розмір і триваліший період функціонування, що забезпечує більшу ефективність у транспортуванні кисню. Для цього виду птиці характерно повільніший метаболізм у порівнянні з перепелами, що впливає на довший цикл життя еритроцитів (Simpson, et al., 1968; Jones, et al., 2015; Adams, et al., 2022).

У гусей еритропоез триває найдовше серед розглянутих видів, оскільки їхні еритроцити мають великий розмір і високу стійкість до зовнішніх факторів (Nguyen, et al., 1986). Це дозволяє підтримувати стабільний рівень кисневої насиченості крові навіть під час фізичних навантажень, таких як тривалі переходи (Bertram, et al., 1998; Davis, et al., 2018; Hadzalo, et al., 2021).

Еритроцити птиці мають специфічну будову та функції, що відрізняють їх від клітин крові інших тварин, зокрема від еритроцитів ссавців. Проте між видами свійських птиці спостерігаються певні відмінності у кількості та морфології еритроцитів. Кількість еритроцитів у крові є одним із ключових показників, що відображає стан кисневого обміну в організмі птиці. Порівняльний аналіз показав, що різні види птиці мають значну варіативність цього показника (Stiller, et al., 1975; Staines, et al., 2002; Lam, et al., 2003; Livoshchenko, et al., 2006; Liu, et al., 2009; Kambr, et al., 2011; Holubtsova, et al., 2013; Makeri, et al., 2017; Hadzalo, et al., 2021; Adams, et al., 2022).

У перепелів кількість еритроцитів коливається в межах від 2,0 до $3,2 \times 10^6$ /мкл. Це значення є типовим для невеликих свійських птиці і відображає середню здатність крові перепелів переносити кисень. (Yanenko, et al., 2014). У курей кількість еритроцитів коливається в межах від 2,5 до $3,5 \times 10^6$ /мкл. (Sloboda, et al., 2013; Baranova, et al., 2017). У індиків показник є дещо вищим і становить $3,0\text{--}4,0 \times 10^6$ /мкл., (Simpson, et al., 1968; Livoshchenko, et al., 2008; Kambr, et al., 2010; Promyslovikh, et al., 2023;). У гусей найвищий показник кількості еритроцитів серед розглянутих видів птиці, який варіюється від 3,5 до $4,2 \times 10^6$ /мкл., (Stiller, et al., 1975; Livoshchenko, et al., 2008; Kambr, et al., 2010; Yalçin, et al., 2017;).

Таким чином, кількість еритроцитів вказує на адаптивні механізми різних видів птиці до умов середовища та їхнього способу життя. Гуси мають найбільший показник через їхню вищу здатність витримувати різні навантаження через їхню масу тіла, тоді як менші птиці, як перепели та кури, мають нижчі значення через меншу потребу в інтенсивному кисневому обміні (Holubtsova, et al., 2013; Campbell, et al., 2015; Doley, et al., 2024).

Розмір еритроцитів є важливим морфологічним показником, що впливає на ефективність транспорту кисню та інші функції крові (Eidinger, et al., 1972). Найменший діаметр еритроцитів серед розглянутих нами видів птиці був у перепелів, він варіює в межах 10,0–11,5 мкм, що є характерним для птиці невеликої за розміром. Цей показник забезпечує належний обмін кисню при відносно низьких енергетичних витратах. (Hoak, et al., 1994; Bertram, et al., 1998; Holubtsova, et al., 2013; Davis, et al., 2018; Zaplatynskyi, et al., 2021). Кури, мають більший діаметр еритроцитів у порівнянні з перепелами і він становить 11,0–12,5 мкм. (Sloboda, et al., 2013; Baranova, et al., 2017). У індиків цей показник є дещо вищим відносно перепелів і курей та коливається в межах від 12,0 до 13,0 мкм., (Simpson, et al., 1968; Livoshchenko, et al., 2008; Kambr, et al., 2010; Promyslovikh, et al., 2023;). За даними авторів у гусей даний показник становив 13,8–14,5 мкм. (Holubtsova, et al., 2013; Campbell, et al., 2015; Doley, et al., 2024). Серед досліджених видів птиці найбільший діаметр еритроцитів спостерігали у крові гусей. Даний показник відображає більший об'єм циркуляції крові, необхідний для забезпечення енергетичних потреб під час фізичних навантажень (Fulton, et al., 1990; Khawaja, et al., 2012; Zamazii, et al., 2016).

Науковці визначають позитивну кореляцію яка спостерігається між розміром еритроцитів і розміром птиці. Це пов'язано з необхідністю забезпечення більшої кількості кисню для тканин у великої птиці, таких як гуси та індики (Walter, et al., 1992; Zuckerman, et al., 1999; Hunchak, et al., 2007).

Гемоглобін є білком, що відповідає за транспортування кисню від легень до тканин і повернення вуглекислого газу назад до легень. Вміст гемоглобіну у крові є інформативним показником фізіологічних процесів що відбуваються у організмі птиці (Genovese, et al., 2013; Livoshchenko, et al., 2019).

У перепелів вміст гемоглобіну становить 8,0–9,5 г/л., (Hoak, et al., 1994; Bertram, et al., 1998; Holubtsova, et al., 2013; Davis, et al., 2018; Zaplatynskyi, et al., 2021). У курей вміст гемоглобіну варіюється від 8,5 до 10,0 г/л., що відображає більшу потребу у кисні для птиці середнього розміру, що має важливе значення для їхнього активного способу життя (Kozma, et al., 1995; Jones, et al., 2015; Mykhailenko, et al., 2015; Tyshkivska, et al., 2020). У індиків вміст гемоглобіну коливається в межах від 9,0 до 11,0 г/л, що є результатом їхнього більшого розміру та вищих енергетичних витрат, відносно перепела чи курей (Simpson, et al., 1968; Jones, et al., 2015; Adams, et al., 2022). У гусей цей показник є найвищим, вміст гемоглобіну сягає від 9,5 до 11,5 г/л, що більше ніж у розглянутих видів птиці, це відповідає їхнім фізіологічним потребам під час активних фізичних навантажень. (Stiller, et al., 1975; Livoshchenko, et al., 2008; Yalçin, et al., 2017;).

Таким чином, вміст гемоглобіну також варіюється залежно від розміру птиці і його фізіологічних потреб (Kozma, et al., 1995; Jones, et al., 2015; Mykhailenko, et al., 2015; Tyshkivska, et al., 2020). Види перепелів яєчних порід менші за вагою у порівнянні з птицею порід м'ясного напрямку, тому вони мають нижчі показники вмісту гемоглобіну. Гуси та індики мають найвищі значення цього показника, що забезпечує їхні енергетичні витрати (Kořnarski, et al., 1987; Zamazii, et al., 2017; Khawaja, et al., 2017; Sugimoto et al., 2023)

Утворення еритроцитів відбувається в червоному кістковому мозку в процесі, що називається еритропоезом, і мають обмежений життєвий цикл, після завершення якого руйнуються в органах ретикулоендотеліальної системи а саме в селезінці і печінці (Liu, et al., 2009; Doley, et al., 2023; Sugimoto et al., 2023).

Життєвий цикл еритроцитів у свійської птиці також варіює залежно від виду. У курей цей період складає приблизно 30–35 днів, тоді як у гусей та індиків цей показник може досягати 35–40 днів, що відображає загальну тенденцію до більш повільного метаболізму у тих видів птиці більші за розміром у порівнянні з дрібнішими видами (Staines, et al., 2002; Lam, et al., 2003; Livoshchenko, et al., 2006; Liu, et al., 2009; Kambr, et al., 2011; Boiko, et al., 2013; Holubtsova, et al., 2013; Makeri, et al., 2017; Hadzalo, et al., 2021; Adams, et al., 2022).

Порівняння кількісного складу еритроцитів, їхнього середнього діаметру та вмісту гемоглобіну у крові перепелів, курей, індиків та гусей свідчить про суттєві відмінності, пов'язані з фізіологічними особливостями кожного виду. Перепели, як найменші серед представленої птиці, мають менші показники кількості еритроцитів та вмісту гемоглобіну, що відповідає їхнім помірним енергетичним потребам. Кури демонструють середні значення, що забезпечує їхні фізіологічні вимоги до оксигенації крові. Індиків і гусей характеризують вищі показники кількості еритроцитів, їхнього діаметру та вмісту гемоглобіну, що відображає їхні підвищені потреби у кисні. Система формених елементів крові свійських птиці є високоспеціалізованою і адаптованою до різних фізіологічних потреб, які залежать від виду, розміру тіла, умов утримання та зовнішніх впливів.

Аналіз еритроцитів у крові перепелів, курей, індиків та гусей є важливим діагностичним інструментом у ветеринарії, який дозволяє виявляти патологічні стани, визначати рівень негативного впливу навколишнього середовища та ефективно контролювати стан здоров'я птиці. Майбутні дослідження мають бути спрямовані на подальше вивчення впливу різних факторів на систему формених елементів крові свійських птиці, оскільки ця тема не достатньо вивчена в деяких представниках птиці зокрема перепелів, та потребує більш детального вивчення, зокрема щодо впливу умов утримання та харчування. Особлива увага має бути приділена адаптаційним механізмам, які птиці розвивають у відповідь на негативний вплив навколишнього середовища, і їх взаємозв'язку з неспецифічною резистентністю.

Знання про особливості системи кровообігу та клітинний склад крові дозволяють проводити більш точну діагностику та розробляти ефективні стратегії експлуатації птиці.

Загалом, правильне розуміння специфіки функціонування системи формених елементів крові у свійських птиці є важливим аспектом ветеринарної медицини, що сприяє підвищенню продуктивності птахівництва, покращенню здоров'я поголів'я і мінімізації ризиків захворювань.

Результати цього оглядового дослідження можуть слугувати основою для розробки більш ефективних підходів до ветеринарного догляду за свійськими птицями та впровадження методів, заснованих на аналізі клітинного складу крові в різних умовах утримання та годівлі.

Цей науковий огляд підкреслює важливість дослідження формених елементів крові у ветеринарній практиці для птахівництва. Отримані дані сприятимуть покращенню ветеринарного догляду та гігієни утримання птиці, забезпечуючи високі стандарти здоров'я і продуктивності свійських птиці.

Висновок. Таким чином, аналіз опрацьованої нами літератури свідчить про актуальність питання щодо вивчення еритроцитів у крові перепелів. В доступній нам літературі практично відсутні дані щодо вивчення еритроцитів у крові перепелів, кількості гемоглобіну в еритроцитах крові та розміру еритроцитів у даного виду птиці. Тому дослідження вікової динаміки кількості еритроцитів та гемоглобіну у крові перепелів, визначення критичних періодів у їх формуванні досить актуальне і має важливе теоретичне і практичне значення.

Бібліографічні посилання:

1. Adams, D., Gruber, E., Sather, H., Correa, M., & Crespo, R. (2022). Evaluation of growing turkey blood biochemistry panel measured using the VetScan VS2. *Poultry*, 1 (2), 138-146. <https://doi.org/10.3390/poultry1020012>
2. Amjad, R., Ruby, T., Ali, K., Asad, M., Imtiaz, A., Masood, S., Saeed, M. Q., Arshad, M., Talib, S., Alvi, Q. A., Khan, A., & Sharif, M. M. (2024). Exploring the effects of noise pollution on physiology and ptilochronology of birds. *PloS one*, 19 (6), e0305091. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305091>
3. Ardiçoğlu Akışın, Y., & Akar, N. (2020). Platelet Satellitism. *Turkish journal of hematology: official journal of Turkish Society of Hematology*, 37 (1), 55–56. <https://doi.org/10.4274/tjh.galenos.2019.2019.0171>
4. Avdosieva, O. V., Koval, O. V., & Skidan, M. V. (2019). The influence of bacteriophages on the biochemical parameters of the blood of broilers. *Scientific Bulletin*, 3 (1), 30–35. <https://doi.org/10.21303/2504-5671.2019.001170>
5. Baier, D., Müller, T., Mohr, T., & Windberger, U. (2021). Red Blood Cell Stiffness and Adhesion Are Species-Specific Properties Strongly Affected by Temperature and Medium Changes in Single Cell Force Spectroscopy. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26 (9), 2771. <https://doi.org/10.3390/molecules26092771>
6. Beacon, TH, & Davie, JR (2023). Chicken Erythrocyte: Epigenomic Regulation of Gene Activity. *International journal of molecular sciences*, 24 (9), 8287. <https://doi.org/10.3390/ijms24098287>
7. Benton, E. H., Morgan, G. W., Thaxton, P., Parkhurst, C. R., & Shambley, M. O. (1977). Antibody responses to xenogeneic red blood cell challenge in the Japanese quail. *Immunological communications*, 6 (3), 259–265. <https://doi.org/10.3109/08820137709050796>
8. Bertram, EM, Jilbert, AR, & Kotlarski, I. (1998). Characterization of duck thrombocytes. *Research in veterinary science*, 64 (3), 267–270. [https://doi.org/10.1016/s0034-5288\(98\)90139-4](https://doi.org/10.1016/s0034-5288(98)90139-4)
9. Bódi, I., Nagy, N., Sinka, L., Igyártó, BZ, & Oláh, I. (2009). Novel monoclonal antibodies recognize guinea fowl thrombocytes. *Acta veterinaria Hungarica*, 57 (2), 239–246. <https://doi.org/10.1556/AVet.57.2009.2.5>
10. Boiko, N. I., Boiko, Yu. V., Kokhanii, R. A., & Mykolaichuk, R. p. (2013). Osoblyvosti zaboru krovi u pytysi ta farbuвання mazkiv. [Peculiarities of blood sampling in poultry and staining of smears]. *Modern poultry farming*, (11), 18-21. (in Ukrainian)
11. Boiko, N. I., Boiko, Yu. V., Konakhii, R. V., & Mykolaichuk, R. p. (2013). Vyvchennia morfolohii klityn krovi kurei. [Study of the morphology of blood cells in chickens]. *Modern poultry farming*, (12), 18-22. (in Ukrainian)
12. Borysevych B., Dzymira S., Lisova V., Kotliarov Ye. (2023). Morfolohichni zminy tonkoi kyshky bryzhi kishok pry infektsiinomu perytoniti. [Morphological changes in the small intestine of the mesentery of cats with infectious peritonitis]. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 14 (4), 23-39. [https://doi.org/10.31548/veterinary4.2023.23:contentReference\[oaicite:2\]{index=2}](https://doi.org/10.31548/veterinary4.2023.23:contentReference[oaicite:2]{index=2}). (in Ukrainian)
13. Bublik, O. (2022). Yak rozshyfruvaty biokhimichni pokaznyky krovi pytysi. [How to interpret the biochemical parameters of the blood of a bird]. *AgroTimes*. (in Ukrainian)
14. Buonocore, F., Randelli, E., Trisolino, P., Facchiano, A., de Pascale, D., & Scapigliati, G. (2014). Molecular characterization, gene structure and antibacterial activity of a g-type lysozyme from the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Molecular immunology*, 62 (1), 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.molimm.2014.05.009>
15. Campagna, L., & Toews, D. P. L. (2022). The genomics of adaptation in birds. *Current biology : CB*, 32(20), R1173–R1186. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.07.076>

16. Campbell TW (2015). Evaluation of the blood film. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*, 18 (1), 117–135. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2014.09.001>
17. Chumachenko V.E. Vyznachennia pryrodnoi rezystentnosti ta obminu rehovyn silskohospodarskykh tvaryn. [Determination of natural resistance and metabolism of agricultural animals]. *Urozhai*, 1990.- 200 s. (in Ukrainian)
18. Daniel Paredes López, Rizal Robles Huaynate and Richard Valles Tananta, (2018). A comparative evaluation of the hematological parameters, biochemical profile and chemical composition of eggs of Creole and Hy-line Brown laying hens. *Livestock Research for Rural Development*. 30 (1) 2018. <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd30/1/fz.de30003.html>
19. Davis, RL, Choi, G., Kuiken, T., Quéré, P., Trapp, S., Short, KR, & Richard, M. (2018). The culture of primary duck endothelial cells for the study of avian influenza. *BMC microbiology*, 18(1), 138. <https://doi.org/10.1186/s12866-018-1307-4>
20. Demchuk, M. V., Kochan, T. V., & Tkach, A. V. (2016). Biokhimichni sklad krovi kurei-nesuchok produktyvnoho periodu. [Biochemical composition of the blood of laying hens during the productive period]. *Podilsky Visnyk*, 1, 56–61. <https://journals.pdu.khmelnytskyi.ua> (in Ukrainian)
21. Doley, PJ, Sarma, K., Kalita, PC, Goswami, R., Kalita, A., Sarkar, R., Gollahalli Eregowda, C., Roychoudhary, P., & Choudhary, OP (2023). Ultrastructural characteristics of the blood cells of chickens commonly reared under backyard poultry farming in Mizoram, India. *Anatomia, histologia, embryologia*, 52 (2), 223–233. <https://doi.org/10.1111/ahe.12874>
22. Doley, PJ, Sarma, K., Kalita, PC, Talukdar, M., Kalita, A., Sarkar, R., & Choudhary, P. (2024). Light microscopic morphology of blood cells of non-descript indigenous Zoar chicken of Mizoram, India. *Anatomia, histologia, embryologia*, 53 (3), e13054. <https://doi.org/10.1111/ahe.13054>
23. Egbuniwe, I. C., Uchendu, C. N., & Obidike, I. R. (2021). Ameliorative effects of betaine and ascorbic acid on endocrine and erythrocytic parameters of sexually-maturing female Japanese quails during the dry season. *Journal of thermal biology*, 96, 102812. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102812>
24. Eidinger, D., & Garrett, TJ (1972). Studies of the regulatory effects of sex hormones on antibody formation and stem cell differentiation. *The Journal of experimental medicine*, 136 (5), 1098–1116. <https://doi.org/10.1084/jem.136.5.1098>
25. Fulton, JE, Briles, WE, & Lamont, SJ (1990). Chicken A blood group system antigens: molecular characteristics and lack of expression on lymphocytes. *Animal genetics*, 21 (4), 401–410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.1990.tb01984.x>
26. Genovese, KJ, He, H., Swaggerty, CL, & Kogut, MH (2013). The avian heterophil. *Developmental and comparative immunology*, 41 (3), 334–340. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2013.03.021>
27. Guzman, D. A., Satterlee, D. G., Kembro, J. M., Schmidt, J. B., & Marin, R. H. (2009). Effect of the density of conspecifics on runway social reinstatement behavior of male Japanese quail genetically selected for contrasting adrenocortical responsiveness to stress. *Poultry science*, 88 (12), 2482–2490. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00156>
28. Hadzalo, I. V., & Diakiv, O. I. (2021). Vplyv vitaminnoi ta mikroelementnoi zabezpechenosti na yakist husiachykh yaiets. [The influence of vitamin and trace element provision on the quality of goose eggs]. *Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhitskoho*, 79, 140–144. (in Ukrainian)
29. Hassan, S., Habashy, W., Ghoname, M., & Elnaggar, A. (2023). Blood hematology and biochemical of four laying hen strains exposed to acute heat stress. *International journal of biometeorology*, 67(4), 675–686. <https://doi.org/10.1007/s00484-023-02445-z>
30. Hoak JC (1994). Stearic acid, clotting, and thrombosis. *The American journal of clinical nutrition*, 60 (6 Suppl), 1050S–1053S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/60.6.1050S>
31. Holubtsova, M. V. (2013). Dynamika biokhimichnykh pokaznykiv krovi kurei pry asotsiatyvnnykh invaziiakh. [Dynamics of biochemical indicators of blood of chickens during associative invasions]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, (1), 174–176. (in Ukrainian)
32. Hunchak, A. V., Ratyck, I. B., Andrieieva, L. V., Sirko, Ya. M., & Stoianovska, H. M. (2007). Rol vitaminu E v hodivli ptytsi. *Bioloheia tvaryn*. [The role of vitamin E in poultry nutrition. *Biology of animals*]. –Lviv, 9 (1-2), 70-77. (in Ukrainian)
33. I. O. Zhukova, N. O. Bazdyrieva & I. O. Kostyuk (2018). Morfoloho-biokhimichni pokaznyky krovi husei pislia dehelmintyzatsii brovermektynom i dodavannia do ratsionu maklei sertseyvnoi ta roslynykh dzherel bioflavonoidiv. [Morphological and biochemical indicators of the blood of geese after deworming with brovermectin and addition to the diet of maclea heart-shaped and plant sources of bioflavonoids]. *Scientific bulletin of S.Z. Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Gzhitskoho*, 20 (83), 396-400. (in Ukrainian)
34. Jin, Z., Zhang, Q., Wondimu, E., Verma, R., Fu, M., Shuang, T., Arif, HM, Wu, L., & Wang, R. (2020). H2S-stimulated bioenergetics in chicken erythrocytes and the underlying mechanism. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 319 (1), R69–R78. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00348.2019>
35. Jones MP (2015). Avian hematology. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*, 18 (1), 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2014.09.012>
36. Kambr, M. D., Livoshenko, Ye. M., Livoshenko, L. P., Zadorozhnyi, I. V. (2011). Korektsiia morfolohichnykh pokaznykiv krovi indykyv vitaminom S. [Correction of morphological parameters of the blood of turkeys with vitamin C]. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series "Veterinary Medicine"*, 1, 6-12 (in Ukrainian)
37. Kambr, M. D., Zamazii, A. A., Livoshchenko, Ye. M., & Livoshchenko, L. p. (2013). Vplyv vitaminu S na hematolohichni pokaznyky krovi indykyv. [Effect of vitamin C on hematological parameters of blood in turkeys]. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary medicine*, (9), 44-48. (in Ukrainian)
38. Kashap, A., Ambade, RB, Dalvi, SH, & Kapale, PM (2017). Study of serum biochemical metabolites during late laying phase of layer chicken. *Indian Research Journal for Extension and Education*, 5–9. <http://seea.org.in/ojs/index.php/irjee/article/viewFile/1195/836>
39. Khariv, I. I. (2011). Stan imunnoi systemy indykyv, urazhenykh eimeriozo-histomonoznoiu invaziei. [The state of the immune system of turkeys affected by eimeriozo-histomonosis infestation]. *Scientific Bulletin of the*

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after Gzhitskoho, (13, № 4 (1)), 481-484. (in Ukrainian)

40. Khawaja T, Khan SH, Mukhta N., Ali MA, Ahmed T., Ghafa A. Comparative study of growth performance, egg production, egg characteristics and haematobiochemical parameters of Desi, Fayoumi and Rhode Island Red chicken. *Journal of Applied Animal Research*. 2012. 40 (4): 273–283. Retrieved September 5 2017 from <http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2012.672310>

41. Koınarski, V., & Nikolov, N. (1987). Prouchvane vŭrkh niakoi khemokoagulographski pokazateli pri puĉheta, eksperimentalno invazirani s *Eimeria adenoeides* [Blood coagulation indices of turkey poults experimentally infected with *Eimeria adenoeides*]. *Veterinaro-meditsinski nauki*, 24 (9), 85–88. (in Bulgarian)

42. Kozma, TG, Omana, F., Ducoff, HS, & Dawson, MJ (1995). Thermotolerance in chicken red blood cells studied by ³¹P NMR spectroscopy. *International journal of hyperthermia: the official journal of the European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group*, 11 (5), 647–662. <https://doi.org/10.3109/02656739509022497>

43. Kucheruk, L. yu. (2022). Naukovi pratsi kafedry anatomii, histolohii ta patomorfolohii tvaryn imeni akad. [Scientific works of the department of anatomy, histology and pathomorphology of animals named after Acad. V. H. Kasianenka. NUBiP Ukrainy. (in Ukrainian)

44. Kuksov, O. V., & Shcherban, O. I. (2023). Vplyv faktoriv zovnishnoho seredovyshcha na produktyvnist husei. [The influence of environmental factors on the productivity of geese]. *Scientific Bulletin of the LNUVMB named after S.Z. Gzhyskoho*, 19 (79), 140–144. (in Ukrainian)

45. Kulkarni, RR, Gaghan, C., Mohammed, J., Sharif, S., & Taha-Abdelaziz, K. (2023). Cellular Immune Responses in Lymphoid Tissues of Broiler Chickens Experimentally Infected with Necrotic Enteritis-Producing *Clostridium perfringens* Strains. *Avian diseases*, 67 (2), 186–196. <https://doi.org/10.1637/aviandiseases-D-23-00012>

46. Lalonde, S., Beaulac, K., Crowe, T. G., & Schwean-Lardner, K. (2021). The effects of simulated transportation conditions on the core body and extremity temperature, blood physiology, and behavior of white-strain layer pullets. *Poultry science*, 100(2), 697–706. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.077>

47. Lam KM (2003). *Mycoplasma gallisepticum*-induced alterations in chicken red blood cells. *Avian diseases*, 47 (2), 485–488. [https://doi.org/10.1637/0005-2086\(2003\)047\[0485:MGAICR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1637/0005-2086(2003)047[0485:MGAICR]2.0.CO;2)

48. Liddle, T. A., Stevenson, T. J., & Majumdar, G. (2022). Photoperiodic regulation of avian physiology: From external coincidence to seasonal reproduction. *Journal of experimental zoology. Part A, Ecological and integrative physiology*, 337(9-10), 890–901. <https://doi.org/10.1002/jez.2604>

49. Liu, C., Zhang, LF, Song, ML, Bao, HG, Zhao, CJ, & Li, N. (2009). Highly efficient dissociation of oxygen from hemoglobin in Tibetan chicken embryos compared with lowland chicken embryos incubated in hypoxia. *Poultry science*, 88 (12), 2689–2694. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00311>

50. Livoshchenko, Ye. M. (2006). Vikova dynamika hemoglobinu ta erytrotsytiv krovi indykiv. [Age dynamics of hemoglobin and erythrocytes in the blood of turkeys]. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Sumy*, 1-2. (in Ukrainian)

51. Livoshchenko, Ye. M., Livoshchenko, L. P., Lyvoshchenko, E. M., & Lyvoshchenko, L. p. (2019). Korektsiia deiakykh pokaznykiv krovi indychat tsytomedynamy na riznykh stadiiakh rostu ta rozvytku. [Correction of some blood parameters of turkeys with cytomedins at different stages of growth and development]. (in Ukrainian)

52. Machaca, K., & Compton, MM (1993). Analysis of thymic lymphocyte apoptosis using in vitro techniques. *Developmental and comparative immunology*, 17 (3), 263–276. [https://doi.org/10.1016/0145-305x\(93\)90045-r](https://doi.org/10.1016/0145-305x(93)90045-r)

53. Makeri, HK, Ayo, JO, Aluwong, T., & Minka, NS (2017). Daily Rhythms of Blood Parameters in Broiler Chickens Reared under Tropical Climate Conditions. *Journal of circadian rhythms*, 15, 5. <https://doi.org/10.5334/jcr.151>

54. Maul, K., Fieblinger, D., Heppenheimer, A., Kreutz, J., Liebsch, M., Luch, A., Pirow, R., Poth, A., Strauch, P., Dony, E., Schulz, M., Wolf, T., & Reisinger, K. (2022). Validation of the hen's egg test for micronucleus induction (HET-MN): detailed protocol including scoring atlas, historical control data and statistical analysis. *Mutagenesis*, 37 (2), 76–88. <https://doi.org/10.1093/mutage/geab026>

55. Maxwell, MH, & Siller, WG (1972). The ultrastructural characteristics of the eosinophil granules in six species of domestic birds. *Journal of anatomy*, 112 (Pt 2), 289–303.

56. Mi, J., He, T., Hu, X., Wang, Z., Wang, T., Qi, X., Li, K., Gao, L., Liu, C., Zhang, Y., Wang, S., Qiu, Y., Liu, Z., Song, J., Wang, X., Gao, Y., & Cui, H. (2023). *Enterococcus faecium* C171: Modulating the Immune Response to Acute Lethal Viral Challenge. *International journal of antimicrobial agents*, 62 (5), 106969. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2023.106969>

57. Minias P. (2020). Ecology and Evolution of Blood Oxygen-Carrying Capacity in Birds. *The American naturalist*, 195(5), 788–801. <https://doi.org/10.1086/707720>

58. Minias, P., Pap, P. L., Vincze, O., & Vágási, C. I. (2024). Correlated evolution of oxidative physiology and MHC-based immunosurveillance in birds. *Proceedings. Biological sciences*, 291(2025), 20240686. <https://doi.org/10.1098/rspb.2024.0686>

59. Morales, A., Frei, B., Leung, C., Titman, R., Whelan, S., Benowitz-Fredericks, Z. M., & Elliott, K. H. (2020). Point-of-care blood analyzers measure the nutritional state of eighteen free-living bird species. *Comparative biochemistry and physiology. Part A, Molecular & integrative physiology*, 240, 110594. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2019.110594>

60. Mykhailenko, Ye. O. (2015). Hematolohichni ta biokhimichni pokaznyky krovi kurchat-boileriv pry vvedenni v rasion biolohichno aktyvnoi dobavky Humilid z vodoiu. [Hematological and biochemical indicators of the blood of broiler chickens when the biologically active additive Humilid with water is introduced into their diet]. *Scientific and technical bulletin of the Scientific Research Center for Biosafety and Environmental Control of Agricultural Resources of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, (3, No. 4), 132-135. (in Ukrainian)

61. Nguyen Phu, D., Yamaguchi, K., Scheid, P., & Piiper, J. (1986). Kinetics of oxygen uptake and release by red blood cells of chicken and duck. *The Journal of experimental biology*, 125, 15–27. <https://doi.org/10.1242/jeb.125.1.15>
62. Noulstri, E., Lerdwana, S., & Pattanapanyasat, K. (2012). The use of acridine orange and glutaraldehyde-fixed chicken red blood cells for absolute counting of residual white blood cells in leuco-depleted packed red blood cells. *Asian Pacific journal of allergy and immunology*, 30 (2), 123–129.
63. O. V. Kozenko, N. V. Mahrelo, H. V. Sus (2016). Erytrotsytarna systema krovi husei u period paruvannia ta yaitsekladky. [The erythrocyte blood system of geese during mating and egg-laying]. *Scientific bulletin of S.Z. Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Gzhitskoho*, 18 (72), 14-19. (in Ukrainian)
64. Osadcha, Yu. V. (2021). Reaktsiia orhanizmu kurky na zminu vysoty roztashuvannia klitynnoi batarei. [The reaction of the chicken body to the change in the height of the location of the cage battery]. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 150-156. (in Ukrainian)
65. Otchenashko, V. V. (2012). Biokhimichni kryterii vitaminnoi pozhyvnosti molodniaku perepeliv. [Biochemical criteria of vitamin nutrition of young quails]. *Modern poultry farming*, (3), 10-13. (in Ukrainian)
66. Park, YH, Jang, SH, & Kim, YH (2016). Epidemiology, virology, and clinical features of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2). *Journal of Clinical Virology*, 61 (1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2016.02.001>
67. Parmentier, HK, Kreukniet, MB, Goeree, B., Davison, TF, Jeurissen, SH, Harmsen, EG, & Nieuwland, MG (1995). Differences in distribution of lymphocyte antigens in chicken lines divergently selected for antibody responses to sheep red blood cells. *Veterinary immunology and immunopathology*, 48 (1-2), 155–168. [https://doi.org/10.1016/0165-2427\(94\)05411-k](https://doi.org/10.1016/0165-2427(94)05411-k)
68. Petriv, M. D., & Ferents, L. V. (2023). Hodivnist i miasni pokaznyky sirykh husei selektsii Obroshyn, skhreshchenykh z velykoiu siroiu porodoiu. [Feeding and meat indicators of gray geese of the Obroshyn selection, crossed with a large gray breed]. *Actual issues of biotechnology, ecology and nature management*, 224-225. (in Ukrainian)
69. Promyslovykh, R. O. I. V. (2023). Vplyv biolohichno aktyvnykh rehovyn na rezystentnist orhanizmu indykiv u promyslovykh umovakh. V Aktualni aspekty rozvytku veterynarnoi medytsyny v umovakh yevrointehratsii : materialy mizhnar. [Influence of biologically active substances on the resistance of the turkey organism in industrial conditions. In Current aspects of the development of veterinary medicine in the conditions of European integration: materials of the international]. science and practice conference, Odesa, September 14–15. 2023. Odesa, 2023. 200 p. Recommended for publication by the academic council of Odessa State Agrarian University (protocol No. 2023) (p. 155). (in Ukrainian)
70. Pustova, N. V., Pustova, Z. V., & Kolinchuk, R. V. (2024). Biokhimichni sklad krovi kurei-nesuchok produktyvnoho periodu. [Biochemical composition of the blood of laying hens during the productive period]. *Podilsky Visnyk: Agriculture, Technology, Economy*, (43), 14–24. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2.14> (in Ukrainian)
71. Reda, F. M., Alagawany, M., Salah, A. S., Mahmoud, M. A., Azzam, M. M., Di Cerbo, A., El-Saadony, M. T., & Elnesr, S. S. (2024). Biological Selenium Nanoparticles in Quail Nutrition: Biosynthesis and its Impact on Performance, Carcass, Blood Chemistry, and Cecal Microbiota. *Biological trace element research*, 202 (9), 4191–4202. <https://doi.org/10.1007/s12011-023-03996-3>
72. Scope, A., & Schwendenwein, I. (2020). Laboratory Evaluation of Renal Function in Birds. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*, 23(1), 47–58. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2019.08.002>
73. Sellers, JR, Pato, MD, & Adelstein, RS (1981). Reversible phosphorylation of smooth muscle myosin, heavy meromyosin, and platelet myosin. *The Journal of biological chemistry*, 256 (24), 13137–13142.
74. Shovkoplias, I., Korenieva, Zh., Roshia, L., Ovcharenko, H., Mazovska, C., & Tiunina, D. (2023). Vplyv biolohichno aktyvnykh rehovyn na rezystentnist orhanizmu indykiv u promyslovykh umovakh. [Influence of biologically active substances on the resistance of the turkey organism in industrial conditions]. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Coast*, (108). (in Ukrainian)
75. Shuliak, S. V. (2013). Vplyv nanorozmirnoho sribla na morfologichni ta biokhimichni pokaznyky krovi perepeliv. [The influence of nanosized silver on the morphological and biochemical parameters of the blood of quails]. *Veterinary Biotechnology*, (23), 525-529. (in Ukrainian)
76. Simpson CF (1968). Ultrastructural features of the turkey thrombocyte and lymphocyte. *Poultry science*, 47 (3), 848–850. <https://doi.org/10.3382/ps.0470848>
77. Sloboda, L. Ya., Petriv, M. D., Zahorets, N. M., Khomyk, M. M., & Tesak, H. V. (2013). Vidtvorni yakosti ta pokaznyky krovi obroshynskykh bilykh husei, skhreshchenykh z porodoiu lehat. [Reproductive qualities and blood parameters of Obroshyn white geese crossed with the Legat breed]. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, (55 (1)), 198-202. (in Ukrainian)
78. Soslau G. (2020). The role of the red blood cell and platelet in the evolution of mammalian and avian endothermy. *Journal of experimental zoology. Part B, Molecular and developmental evolution*, 334(2), 113–127. <https://doi.org/10.1002/jez.b.22922>
79. Staines, HM, Godfrey, EM, Lapaix, F., Egee, S., Thomas, S., & Ellory, JC (2002). Two functionally distinct organic osmolyte pathways in Plasmodium gallinaceum-infected chicken red blood cells. *Biochimica et biophysica acta*, 1561 (1), 98–108. [https://doi.org/10.1016/s0005-2736\(01\)00461-8](https://doi.org/10.1016/s0005-2736(01)00461-8)
80. Stiller, RA, Belamarich, FA, & Shepro, D. (1975). Aggregation and release in thrombocytes of the duck. *The American journal of physiology*, 229 (1), 206–210. <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1975.229.1.206>
81. Sugimoto, K., Nishikawa, T., & Sugiyama, T. (2023). CD41+ extracellular vesicles produced by avian thrombocytes contain microRNAs. *Genes to cells: devoted to molecular & cellular mechanisms*, 28(12), 915–928. <https://doi.org/10.1111/gtc.13078>

82. Sylte, MJ, Sivasankaran, SK, Trachsel, J., Sato, Y., Wu, Z., Johnson, TA, Chandra, LC, Zhang, Q., & Looft, T. (2021). The Acute Host-Response of Turkeys Colonized with *Campylobacter coli*. *Frontiers in veterinary science*, 8, 613203. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.613203>
83. Taylor, RL, Jr, Medarova, Z., & Briles, WE (2016). Immune effects of chicken non-MHC alloantigens. *Poultry science*, 95 (2), 447–457. <https://doi.org/10.3382/ps/pev331>
84. Traill, KN, Böck, G., Boyd, R., & Wick, G. (1983). Chicken thrombocytes. Isolation, serological and functional characterization using the fluorescence activated cell sorter. *Developmental and comparative immunology*, 7 (1), 111–125. [https://doi.org/10.1016/0145-305x\(83\)90060-5](https://doi.org/10.1016/0145-305x(83)90060-5)
85. Tyshkivska, A. M., Dukhnytskyi, V. B., & Tyshkivskyi, M. ya. (2020). Vplyv polodoksynu i tylmoxa 25% na morfo-biokhimichni pokaznyky krovi kurchat-broileriv. [Effect of polodoxine and tilmox 25% on morphological and biochemical parameters of blood of broiler chickens]. *Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, 2020 (1), 72-80. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2020-154-1-72-79> (in Ukrainian)
86. van't Hof, RJ, Tuinenburg-Bol Raap, AC, & Nijweide, PJ (1995). Induction of osteoclast characteristics in cultured avian blood monocytes; modulation by osteoblasts and 1,25-(OH)₂ vitamin D₃. *International journal of experimental pathology*, 76 (3), 205–214.
87. Virtanen, I., Kurkinen, M., & Lehto, VP (1979). Nucleus-anchoring cytoskeleton in chicken red blood cells. *Cell biology international reports*, 3 (2), 157–162. [https://doi.org/10.1016/0309-1651\(79\)90121-8](https://doi.org/10.1016/0309-1651(79)90121-8)
88. Wachowicz B. (1982). Binding of adenosine diphosphate to turkey thrombocytes. *Haemostasis*, 11 (3), 139–148. <https://doi.org/10.1159/000214654>
89. Wachowicz B. (1984). Adenine nucleotides in thrombocytes of birds. *Cell biochemistry and function*, 2 (3), 167–170. <https://doi.org/10.1002/cbf.290020310>
90. Walter, H., Raymond, FD, & Fisher, D. (1992). Erythrocyte partitioning in dextran-poly (ethylene glycol) aqueous phase systems. Events in phase and cell separation. *Journal of chromatography*, 609 (1-2), 219–227. [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(92\)80166-r](https://doi.org/10.1016/0021-9673(92)80166-r)
91. Weill, JC, & Reynaud, CA (1987). The chicken B cell compartment. *Science (New York, NY)*, 238 (4830), 1094–1098. <https://doi.org/10.1126/science.3317827>
92. Yalçın, S., Özkan, S., Türkmüt, L., & Siegel, PB (2017). Responses to selection for body weight and feed consumption in chickens: Growth, feed efficiency, and carcass characteristics. *Poultry Science*, 96 (1), 226–233. <https://doi.org/10.3382/ps/pew286>
93. Ye, WV, McFarland, DC, Gilkerson, KK, & Pesall, JE (1996). The role of platelet-derived growth factor in turkey skeletal muscle development. *Cytobios*, 88(352), 53–62.
94. Yemelianenko, A. A. (2016). Dynamika morfolohichnoho skladu ta vmistu hemoglobinu v krovi molodykh perepeliv pid vplyvom akvakhelatnoho rozchynu selenu pry inkubatsii yaiets. [Dynamics of the morphological composition and hemoglobin content in the blood of young quail under the influence of an aquachelate solution of selenium during incubation of eggs]. *Scientific and technical bulletin of the Scientific Research Center for Biosafety and Ecological Control of Agricultural Resources*, (4, No. 2), 40-44. (in Ukrainian)
95. Yin, J., Zhao, S., Wu, X., Wang, C., & Wu, Y. (2013). *Nan fang yi ke da xue xue bao* = Journal of Southern Medical University, 33 (1), 57–60.
96. Youssef, IM, Khalil, HA, Shakoory, AM, Bagadood, RM, Alyahyawi, AY, Alhazzaa, RA, Fakiha, KG, Nasr, S., Abo-Samra, MA, Hassan, MS, Halim, HSAE, El-Hack, MEA, Jaremko, M., Al-Nemi, R., & Youssef, KM (2023). Immune response, hematological traits, biochemical blood parameters, and histological status of laying hens influenced by dietary chitosan-oligosaccharides. *Poultry science*, 102 (9), 102834. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102834>
97. Zamazii, A. A., & Petrenko, V. M. (2016). Biokhimichniyi profil krovi ta histolohichni zminy v pechintsi indykiv pid vplyvom hepatoprotektora «HEPAFORTE». [Biochemical profile of blood and histological changes in the liver of turkeys under the influence of hepatoprotector "HEPAFORTE"]. *Scientific and technical bulletin of DNDKIVP and KD and Institute of Animal Biology*, 17 (2), 19-24. (in Ukrainian)
98. Zamazii, A. A., Kambur, M. D., & Petrenko, V. M. (2017). Pokaznyky nespetsyficnoi rezystentnosti orhanizmu indykiv pid vplyvom abiotychnykh faktoriv. [Indicators of non-specific resistance of the body of turkeys under the influence of abiotic factors]. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series "Veterinary Medicine"*, 1 (40), 38-42. (in Ukrainian)
99. Zaplatynskyi, V. S., & Fedorovych, V. S. (2021). Pokaznyky krovi ta yikh zalezhnist vid masy ta liniinoho rostu husei Obroshynskoi siroi ta Obroshynskoi biloi poridnykh hrup. [Blood parameters and their relationship with weight and linear growth of geese of Obroshynsky gray and Obroshynsky white breed groups]. *Scientific Bulletin of the LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 46 (1), 279-284. (in Ukrainian)
100. Zhang, X., Wei, S., Shao, J., Zhang, S., Gao, M., Zhang, W., Ma, B., & Wang, J. (2015). Molecular cloning and characterization of CD3ε in Chinese domestic goose (*Anser cygnoides*). *Gene*, 564 (2), 160–167. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2015.03.034>
101. Zuckerman FA (1999). Extrathymic CD4/CD8 double positive T cells. *Veterinary immunology and immunopathology*, 72 (1-2), 55–66. [https://doi.org/10.1016/s0165-2427\(99\)00118-x](https://doi.org/10.1016/s0165-2427(99)00118-x).

Livoshchenko Ye. M., PhD in Veterinary Science, Associate Professor, Sumy National Agrarian University

Pavlovskiy V. V., PhD in Veterinary Science, Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University

General characteristics of erythrocytes and hemoglobin of poultry blood (overview)

The review study is devoted to the study of the characteristics of erythrocytes in different types of poultry: chickens, turkeys, geese, and quails. An analysis of various scientific works of many domestic and foreign authors devoted to the

morphological and functional characteristics of erythrocytes, such as the number, size, and content of hemoglobin, is provided.

In the blood of birds, vital processes take place, such as the transport of oxygen and nutrients, the provision of immune protection and the maintenance of homeostasis, which are critically important for their intensive metabolism. In the conditions of industrial breeding, where birds are exposed to high loads, the blood test helps to monitor the physiological state and productivity. One of the distinguishing features of the circulatory system of birds is the presence of a nucleus in erythrocytes, which distinguishes them from similar mammalian cells and promotes higher metabolic activity.

This work focuses on the analysis and summarization of various scientific works of many domestic and foreign authors, and the unification of the data provided by them, the review is focused on the topic of comparison of erythrocytes of chickens, turkeys, geese and quails, analyzing their morphological and quantitative indicators according to different authors. The results of the data analysis show that geese have the largest size of erythrocytes and the largest amount of hemoglobin, which helps to ensure their need for oxygen during prolonged exercise. Quail, on the other hand, have smaller cells and a lower hemoglobin content, which corresponds to their moderate energy needs. Chickens and turkeys are characterized by intermediate indicators that provide their physiological needs.

The study of erythrocytes of different types of poultry is an important diagnostic tool for assessing their health and adaptation to environmental conditions. Further research in this area will allow for the development of more effective strategies for maintaining and increasing the productivity of poultry.

In the work, a comparative analysis of the obtained data was carried out and conclusions were drawn about the influence of the size of the bird, its metabolic activity and conditions of keeping on the composition of the blood. The results of the research can be useful for veterinary medicine and poultry farming, allowing to optimize the conditions of poultry keeping.

Key words: *erythrocytes, poultry, chickens, turkeys, geese, quails, hemoglobin, morphology, veterinary medicine, poultry farming.*