
ВІКОВА ДИНАМІКА ЗАГАЛЬНОГО БІЛКА ТА ЙОГО ФРАКЦІЙ У СИРОВАТЦІ КРОВІ ЯПОНСЬКИХ ПЕРЕПЕЛІВ

Лівощенко Є. М., Павловський В. В., Лівощенко О. І.
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-695-9-3>

ВСТУП

Японський перепел займає особливе місце серед сільськогосподарської птиці як перспективна лабораторна й продуктивна модель у дослідженнях фізіологічних процесів¹. Досягнення статевої зрілості настає вже з 35-тої по 45-ту добу постнатального онтогенезу японських перепелів. Цей феномен у поєднанні з невибагливістю до умов утримання та стійкістю до широкого спектру поширених захворювань робить цей вид унікальним об'єктом ветеринарної фізіології^{2, 3}.

Незважаючи на значний практичний інтерес, референтні значення білкового обміну та гуморального імунітету для японського перепела в постнатальному онтогенезі залишаються фрагментарно вивченими^{4, 5}. Наявні публікації стосуються переважно окремих вікових груп і порід перепелів або проводилися на фоні різноманітних кормових добавок чи стресових факторів, що унеможливує коректне встановлення фізіологічної норми.

¹ Sakamoto M. I., Murakami A. E., Fernandes A. M., Ospina-Rojas I. C., Nunes K. C., Hirata A. K. Performance and serum biochemical profile of Japanese quail supplemented with silymarin and contaminated with aflatoxin B1 // *Poultry Science*. 2018. Vol. 97, No. 1. P. 159–166. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex277>

² Yannakopoulos A. L., Christaki E., Florou-Paneri P. Effect of age and carcass composition on the onset of sexual maturity in quail under normal feeding regimens // *British Poultry Science*. 1995. Vol. 36, No. 5. P. 771–777. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071669508417821>

³ Reddish J. M., Nestor K. E., Lilburn M. S. Effect of selection for growth on onset of sexual maturity in randombred and growth-selected lines of Japanese quail // *Poultry Science*. 2003. Vol. 82, No. 2. P. 187–191. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/82.2.187>

⁴ Najdi S., Nikbakht Brujeni G., Sheikhi N., Chakhkar S. Development of anti-*Helicobacter pylori* immunoglobulins Y (IgYs) in quail // *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2016. Vol. 17, No. 2. P. 106–110.

⁵ He Q., Shang H., Huang Y., Li L., Wu Z., Ran H., Xu J., Xiong X. Serum metabolic profiles in quails: effects of age, breed, and sex // *Poultry Science*. 2025. Vol. 104, No. 1. Article 104556. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104556>

Разом з тим, саме показники білкового профілю сироватки крові таких як загальний білок, альбуміни, глобулінові фракції та рівень основних класів імуноглобулінів є інтегральним маркером метаболічного статусу, функціональної зрілості гепатоцитів і становлення гуморального імунітету в онтогенезі^{6, 7}.

Загальний білок сироватки крові є інтегральним біохімічним показником, що характеризує сумарну концентрацію білкових фракцій плазми, передусім альбумінів і глобулінів, та відображає узгоджену діяльність синтетичних процесів у гепатоцитах і клітинах лімфоїдної тканини, а також інтенсивність білкового обміну, стан гідратації організму і функціональну спроможність імунної системи⁸. Альбуміни, як домінуюча за масою фракція, забезпечуює підтримання колоїдно-осмотичного тиску, транспорт низькомолекулярних сполук та ендогенних метаболітів, тоді як глобуліни виконують переважно захисні, транспортні та ферментативні функції⁹. У ранні терміни постнатального онтогенезу відбувається інтенсивне зростання концентрації альбумінів, що обумовлено високою швидкістю анаболічних процесів і формуванням структур органів і тканин¹⁰.

Під час морфофункціонального становлення імунокомпетентних органів, спостерігається поступове збільшення частки γ -глобулінів, які представлені імуноглобулінами та відображають рівень гуморальної імунної відповіді¹¹. У птиці специфічною особливістю є домінування в сироватці крові імуноглобуліну (Ig) класу Y, що виконує функції, аналогічні Ig G у ссавців, тоді як Ig M бере участь у початковій фазі первинної імунної реакції, а Ig A забезпечує ефективний бар'єрний захист

⁶ Xiong X., Xu J., Yan X., Wu S., Ma J., Wang Z., He Q., Gong J., Rao Y. Gut microbiome and serum metabolome analyses identify biomarkers associated with sexual maturity in quails // *Poultry Science*. 2023. Vol. 102, No. 7. Article 102762. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102762>

⁷ Gouda A., Tolba S. A., El-Moniary M. M. Zinc and L-Ascorbic Acid dietary supplementation affected antioxidant status, heat shock protein 70, and some immunoglobulins in Japanese quail under heat stress conditions // *Biological Trace Element Research*. 2022. Vol. 200, No. 6. P. 2889–2896. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-021-02884-y>

⁸ Dosoky W. M., Zewail H. S., Ahmed M. H., Zahran S. M., Ali A. M., Abdelsalam N. R., Naiel M. A. E. The influences of Tylosine and licorice dietary supplementation in terms of the productive performance, serum parameters, egg yolk lipid profile, antioxidant and immunity status of laying Japanese quail under heat stress condition // *Journal of Thermal Biology*. 2021. Vol. 99. Article 103015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103015>

⁹ Sakamoto M. I. та ін. Performance and serum biochemical profile of Japanese quail... C. 159–166.

¹⁰ Reda F. M., Ismail I. E., Attia A. I., Fikry A. M., Khalifa E., Alagawany M. Use of fumaric acid as a feed additive in quail's nutrition: its effect on growth rate, carcass, nutrient digestibility, digestive enzymes, blood metabolites, and intestinal microbiota // *Poultry Science*. 2021. Vol. 100, No. 12. Article 101493. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101493>

¹¹ Sakamoto M. I. та ін. Performance and serum biochemical profile of Japanese quail... C. 159–166.

слизових оболонок¹². Вікова динаміка загального білка та його фракційного складу відображає глибокі перебудови метаболічних і імунологічних механізмів адаптації організму птиці до умов постнатального існування¹³.

Динаміка загального білка і його фракцій у сироватці крові перепелів починаючи від раннього постнатального і до статевозрілого стану є не вирішеним питанням у вітчизняній і закордонній ветеринарній фізіології¹⁴. Тому питання вікових закономірностей становлення гуморального імунітету в онтогенезі, а саме динаміки загального білка та його фракцій у японських перепелів потребує особливої уваги і більш ретельного дослідження. Метою нашого дослідження стало систематичне встановлення кількісних параметрів загального білка та його фракцій, а також рівня Ig M, Ig G (Ig Y) та Ig A у сироватці крові японського перепела в онтогенезі від 10-тої до 90-тої доби.

1. Вікова динаміка загального білка у сироватці крові японських перепелів

Динаміка загального білка у сироватці крові японських перепелів визначається як система закономірних і часово детермінованих трансформацій концентрації протеїнових фракцій, що безпосередньо відображають інтенсивність анаболічних процесів та стан гомеостазу в організмі цієї сільськогосподарської птиці протягом усього життєвого циклу. Даний біохімічний показник виступає фундаментальним критерієм оцінки метаболічного статусу, оскільки рівень загального білка інтегрує в собі функціональну здатність печінки до синтезу, імунологічну реактивність та загальну швидкість росту й розвитку птиці. У світлі сучасних фізіологічних концепцій встановлено, що біохімічний профіль крові зазнає суттєвих флуктуацій залежно від етапів онтогенезу. Обґрунтування вивчення динаміки загального білка в сироватці крові японського перепела базується на винятковій біологічній специфіці цієї сільськогосподарської птиці, яка характеризується стрімким темпом соматичного росту та надраннім настанням репродуктивної зрілості. Актуальність таких розробок зумовлена необхідністю встановлення прецизійних фізіологічних констант, оскільки загальноприйняті нормативи

¹² Yannakopoulos A. L. та ін. Effect of age and carcass composition... С. 771–777.

¹³ Sedqyar M., Weng Q., Watanabe G., Kandiel M. M., Takahashi S., Suzuki A. K., Taneda S., Taya K. Secretion of inhibin in female Japanese quails (*Coturnix japonica*) from hatch to sexual maturity // Journal of Reproduction and Development. 2008. Vol. 54, No. 1. P. 52–57. DOI: <https://doi.org/10.1262/jrd.19112>

¹⁴ Kanbur G., Göçmen R., Ünal K. Effect of high-fibre diets supplemented with banana leaf on growth performance, meat quality, and serum cholesterol of quail // Tropical Animal Health and Production. 2024. Vol. 56, No. 8. Article 265. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04139-z>

часто не враховують інтенсивність метаболічних процесів, притаманних саме цьому виду. Дослідження даного параметра дозволяє об'єктивно оцінити пластичний та енергетичний обмін, ідентифікувати приховані порушення гомеостазу та верифікувати адаптаційний ресурс організму птиці у відповідь на техногенні чинники або зміну раціонів.

Від відносно низьких стартових значень у перші дні постембріонального періоду до стабільного підвищення в міру морфофункціонального дозрівання систем організму. Особливо виражена ця закономірність у самок під час активної яйцекладки, коли вміст сироваткових протеїнів досягає свого граничного максимуму через інтенсивний синтез вітелогеніну та інших транспортних білків під впливом естрогенної стимуляції, що необхідно для повноцінного формування структурних компонентів яйця. Подібна кумуляція білкових ресурсів у кров'яному руслі птиці свідчить про високу напруженість обмінних циклів, що дозволяє фахівцям проводити прецизійну діагностику адаптаційних можливостей, а також верифікувати відповідність умов годівлі нутрієнтним потребам японського перепела на різних фазах його господарського використання. Динаміка загального білка в сироватці крові перепелів у досліджуваній віковий період характеризується виразним і статистично вірогідним зростанням впродовж усього постнатального онтогенезу від 10-тої до 90-тої доби. На 10-тій добі постнатального розвитку концентрація загального білка у крові перепелів становила $21,45 \pm 0,62$ г/л (Рис. 1).

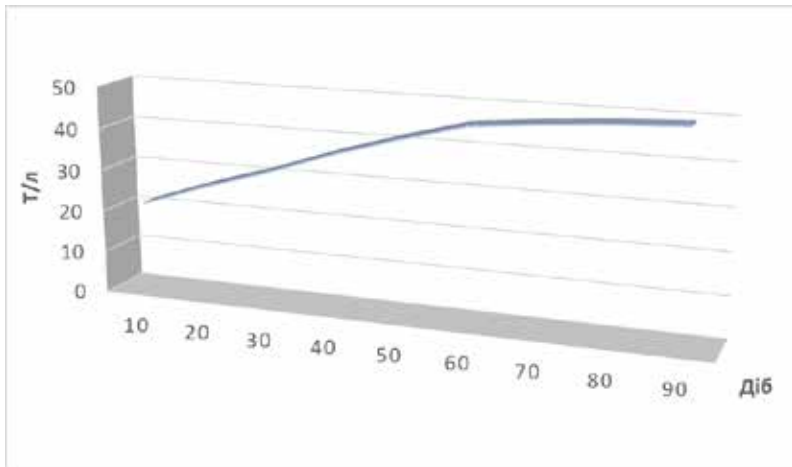


Рис. 1. Вікова динаміка загального білка у сироватці крові японських перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

Дослідження сироватки крові у перепелів свідчать про зростання концентрації загального білка у наступні вікові проміжки. На 20-тій добі життя перепелів зафіксовано значення концентрації загального білка у сироватці крові на рівні $26,78 \pm 0,74$ г/л, що у 1,25 рази перевищує такий показник у сироватці крові перепелів 10-тої доби життя. Показник концентрації загального білка у сироватці крові на 30-тій добі життя перепелів становив $31,52 \pm 0,81$ г/л, і виявився у 1,47 рази більше за рівень концентрації загального білка у крові птиці 10-ти добового віку. Дослідження сироватки крові на 40-вій добі життя перепелів показало підвищення концентрації загального білка до $36,94 \pm 0,89$ г/л із перевищенням показнику 10-ти добової птиці у 1,72 рази. На 50-ту добу життя птиці концентрація загального білка у крові досягла $41,63 \pm 0,95$ г/л це зростання у 1,94 рази за показник зафіксований у сироватці крові 10-ти добової птиці. Ще на 4,19 г/л було зафіксовано збільшення цього показника у птиці 60-ти добового віку, у порівнянні з дослідженнями сироватки крові на 50-тій добі життя перепелів. Однак у порівнянні з показником у сироватці крові перепелів на 10-тій добі життя показник зріс у 2,14 рази. У наступні досліджувані вікові проміжки з 70-тої до 90-тої доби життя птиці, показники у сироватці крові коливалися з $47,31 \pm 1,05$ г/л, до $49,17 \pm 1,10$ г/л відповідно. Така динаміка загального білка у сироватці крові перепелів відображає стабілізацію білок-синтезуючих процесів на фоні завершення морфо-функціонального дозрівання організму. Фракційний склад загального білка у сироватці крові суттєво трансформувався в онтогенезі і показав динаміку характерну для птиці даного віку, виду і породи.

2. Вікова динаміка альбумінів у сироватці крові японських перепелів

Альбуміни сироватки крові представляють собою провідну фракцію плазмових білків, що синтезується переважно гепатоцитами. Вони виконують важливу роль у підтримці колоїдно-осмотичного тиску, транспортуванні ендогенних і екзогенних низькомолекулярних сполук, а також у забезпеченні буферних властивостей крові. Концентрація альбумінів визначається інтенсивністю білоксинтетичної функції печінки, рівнем надходження амінокислот, гормональною регуляцією та фізіологічним станом організму, що робить цей показник чутливим індикатором метаболічного гомеостазу. У птиці альбумінова фракція у сироватці крові, зокрема у перепелів, залишається кількісно домінуючою протягом усього періоду постнатального розвитку. Цей феномен зумовлений високою інтенсивністю обмінних процесів, необхідністю

підтримання стабільного онкотичного тиску та забезпечення транспорту жирних кислот, гормонів і метаболітів (Рис. 2).

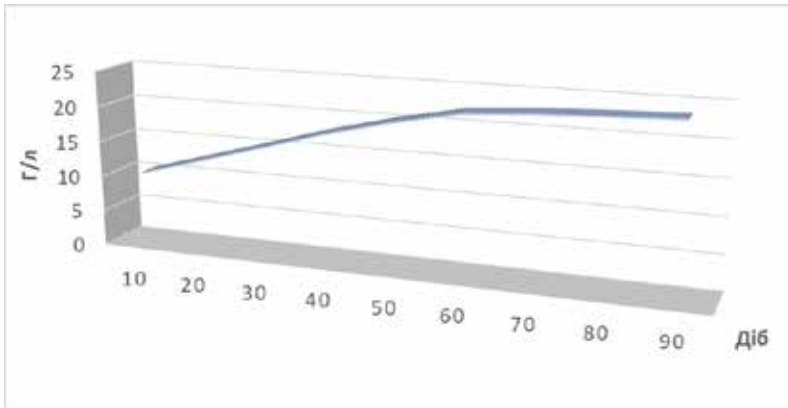


Рис. 2. Вікова динаміка альбумінів у сироватці крові японських перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

На 10-ту добу життя рівень альбумінів у сироватці крові перепелів становив $10,24 \pm 0,31$ г/л. У подальшому нами спостерігалось статистично значуще зростання показника який у сироватці крові перепелів на 20-ту добу життя підвищився до $12,85 \pm 0,38$ г/л. Зафіксований показник виявився у 1,25 рази вище, порівняно з рівнем альбумінів у сироватці крові перепелів 10-ти добового віку. Рівень альбумінів у сироватці крові перепелів на 30-ту добу життя зріс до $15,42 \pm 0,44$ г/л, що у 1,50 рази більше порівняно з показником 10-тої доби життя перепелів. Найбільш виражене підвищення альбумінової фракції у сироватці крові перепелів відбувалося в період з 40-вої до 60-тої доби життя птиці. На 40-ву добу життя у сироватці крові перепелів альбумінова фракція становила $18,07 \pm 0,51$ г/л. За наступні 20 діб дослідження показник зріс на 4,69 г/л. І у сироватці крові перепелів 70-ти добового віку альбумінова фракція у порівнянні з відповідним показником у птиці віком 10-ти діб зросла більш ніж у двічі і становила $22,76 \pm 0,64$ г/л. З 80-тої по 90-ту добу альбумінова фракція у сироватці крові досліджуваної птиці мала незначні коливання у межах від 23,12 до 23,45 г/л.

Таким чином, від 10-ті до 90-тої доби життя перепелів абсолютна концентрація альбумінів у сироватці крові зросла у 2,29 рази. Вікова динаміка вмісту альбумінів характеризується поступовим зростанням їх концентрації на ранніх етапах онтогенезу з подальшою стабілізацією. Цей

процес відображає завершення формування функціональної активності печінки та оптимізацію білкового обміну.

3. Вікова динаміка глобулінів у сироватці крові японських перепелів

Фракція α -глобулінів сироватки крові представляє собою гетерогенну групу білків, що мігрують у відповідній зоні електрофоретичного розділення та включають переважно α_1 - і α_2 -глобуліни, серед яких провідне значення мають білки гострої фази, транспортні глікопротеїни та інгібітори протеаз. Синтез відбувається головним чином у печінці та регулюється цитокін-опосередкованими механізмами імунної відповіді. У птиці, зокрема у японських перепелів, дана білкова фракція виконує важливу роль у забезпеченні неспецифічної резистентності організму, беручи участь у зв'язуванні та транспортуванні ліпідів, металів і гормонів, а також у нейтралізації протеолітичних ферментів і обмеженні запальних реакцій.

Фракція α -глобулінів у сироватці крові японських перепелів демонструвала стабільне зростання упродовж усього досліджуваного періоду (Рис. 3).

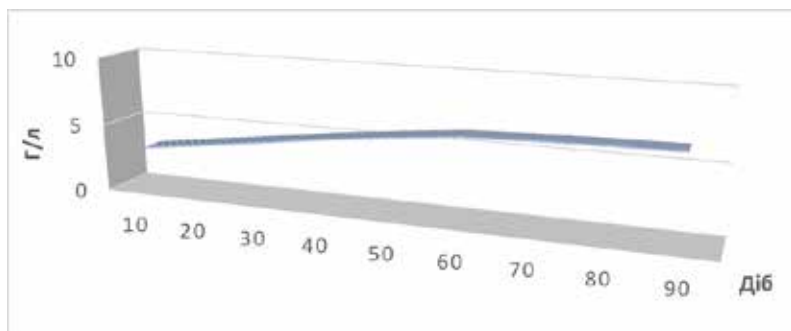


Рис. 3. Вікова динаміка α -глобулінів у сироватці крові японських перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

На 10-ту добу життя її концентрація становила $3,12 \pm 0,18$ г/л. На 20-ту добу рівень α -глобулінів у сироватці крові перепелів підвищився до $3,74 \pm 0,21$ г/л, що у 1,20 рази вище порівняно з показником 10-тої доби життя перепелів. На 30-ту добу рівень α -глобулінів у сироватці крові зросли до $4,36 \pm 0,25$ г/л, що у 1,40 рази більше порівняно показником зафіксованим на 10-ту добу життя японських перепелів. На 40-ту добу

концентрація фракції α -глобулінів у сироватці крові японських перепелів становила $5,01 \pm 0,29$ г/л, що у 1,60 рази більше за показник 10-ти добової птиці. На 50-ту добу життя птиці, рівень α -глобулінів у сироватці крові японських перепелів зріс у 1,77 рази у порівнянні з 10-ти добовою птицею й становив $5,54 \pm 0,32$ г/л. На 60-ту добу життя показник у сироватці крові перепелів складав $6,02 \pm 0,35$ г/л що представляло собою зростання у 1,92 рази. На 70-ту доби життя перепелів рівень α -глобулінів у сироватці крові складав $6,18 \pm 0,36$ г/л демонструючи зростання у 2,01 рази у порівнянні з 10-ти добовою птицею. З 80-тої до 90-тої доби життя перепелів α -глобулінова фракція у сироватці крові коливалася в межах від $6,28 \pm 0,36$ г/л на 80-ту добу, до $6,34 \pm 0,37$ г/л на 90-ту добу життя перепелів. Таким чином, від 10-тої до 90-тої доби життя перепелів абсолютна концентрація α -глобулінів у сироватці крові зросла у 2,03 рази. Кількісний вміст α -глобулінів характеризується динамічною мінливістю, що відображає функціональний стан печінки, рівень активації імунної системи та інтенсивність адаптаційних процесів.

Фракція β -глобулінів сироватки крові представляє собою складну групу білків плазми. Вони включають транспортні білки, компоненти системи комплементу, а також низку ліпопротеїнів і металозв'язувальних глікопротеїнів, зокрема трансферин, який відіграє ключову роль у метаболізмі заліза. Синтез більшості β -глобулінів відбувається у печінці, а їх концентрація визначається інтенсивністю білоксинтетичних процесів, функціональним станом гепатобілярної системи та рівнем активації імунних механізмів. У птиці, зокрема у японських перепелів, дана білкова фракція виконує важливі транспортні та захисні функції, забезпечуючи перенесення ліпідів, стероїдних гормонів і мікроелементів, а також беручи участь у гуморальних механізмах неспецифічного імунітету через систему комплементу.

Фракція β -глобулінів у сироватці крові японських перепелів демонструвала стабільне зростання упродовж усього досліджуваного нами періоду (Рис. 4).

На 10-ту добу життя її концентрація у сироватці крові птиці становила $3,56 \pm 0,21$ г/л. На 20-ту добу рівень β -глобулінів у сироватці крові перепелів підвищився до $4,21 \pm 0,24$ г/л, що у 1,18 рази вище порівняно з показником 10-тої доби життя перепелів. На 30-ту добу рівень β -глобулінів у сироватці крові зріс до $4,85 \pm 0,28$ г/л, що у 1,36 рази більше порівняно з показником зафіксованим на 10-ту добу життя японських перепелів. На 40-ту добу концентрація фракції β -глобулінів у сироватці крові японських перепелів становила $5,42 \pm 0,31$ г/л, що у 1,52 рази більше за показник 10-ти добової птиці. На 50-ту добу життя птиці рівень β -глобулінів

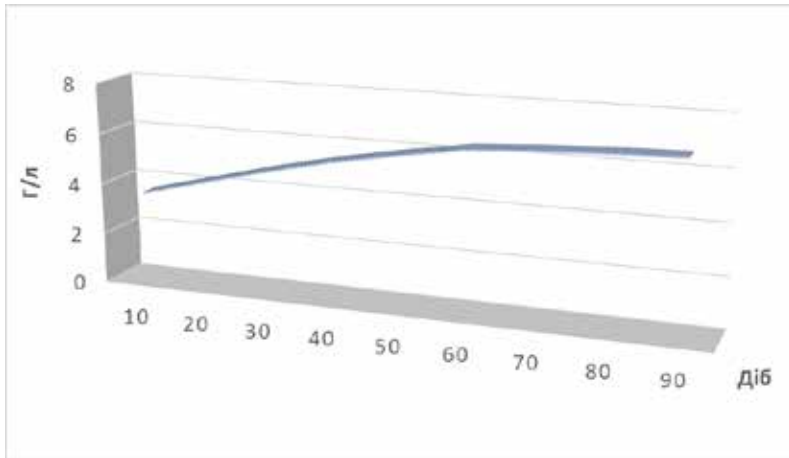


Рис. 4. Вікова динаміка β-глобулінів у сироватці крові японських перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

у сироватці крові японських перепелів зріс у 1,65 рази у порівнянні з 10-ти добовою птицею й становив $5,89 \pm 0,34$ г/л. На 60-ту добу життя показник у сироватці крові птиці складав $6,31 \pm 0,36$ г/л, що представляло собою зростання у 1,77 рази у порівнянні з 10-ти добовою птицею. На 70-ту добу життя перепелів рівень β-глобулінів у сироватці крові складав $6,47 \pm 0,37$ г/л, демонструючи зростання у 1,82 рази у порівнянні з показником зафіксованим у 10-ти добової птиці. З 80-тої до 90-тої доби життя перепелів β-глобулінова фракція у сироватці крові коливалася в межах від $6,58 \pm 0,38$ г/л на 80-ту добу до $6,64 \pm 0,38$ г/л на 90-ту добу життя перепелів. Таким чином, від 10-тої до 90-тої доби життя перепелів абсолютна концентрація β-глобулінів у сироватці крові зросла у 1,87 рази. Вікова динаміка β-глобулінів характеризується поступовим підвищенням їх вмісту в процесі постнатального розвитку, що відображає становлення метаболічної активності печінки та ускладнення регуляторних систем організму.

Фракція γ-глобулінів сироватки крові представляє собою сукупність високомолекулярних білків. Представлена переважно імуноглобулінами, які синтезуються плазматичними клітинами, диференційованими з В-лімфоцитів, і визначають рівень гуморальної імунної відповіді організму. У птиці, зокрема у японських перепелів, домінуючим класом циркулюючих імуноглобулінів є Ig Y, що функціонально відповідає Ig G ссавців і забезпечує тривалий системний імунітет, тоді як Ig M бере

участь у формуванні первинної імунної реакції, а Ig A відіграє провідну роль у захисті слизових оболонок. У сукупності ці молекули забезпечують специфічне розпізнавання та нейтралізацію антигенів. Концентрація γ -глобулінів у сироватці крові характеризується вираженою віковою динамікою.

Фракція γ -глобулінів у сироватці крові японських перепелів демонструвала наступні показники під час досліджуваного нами вікового періоду життя птиці. На 10-ту добу життя птиці концентрація γ -глобулінів у сироватці крові становила $4,53 \pm 0,19$ г/л. На 20-ту добу рівень γ -глобулінів у сироватці крові перепелів підвищився у 1,32 рази порівняно з показником 10-тої доби життя перепелів. На ранніх етапах постнатального розвитку рівень концентрації γ -глобулінів у сироватці крові є відносно низьким, що зумовлено функціональною незрілістю імунної системи. Однак, слід зазначити у процесі онтогенезу відбувається поступове підвищення вмісту цієї фракції внаслідок активізації проліферації та диференціації імунокомпетентних клітин (Рис. 5).

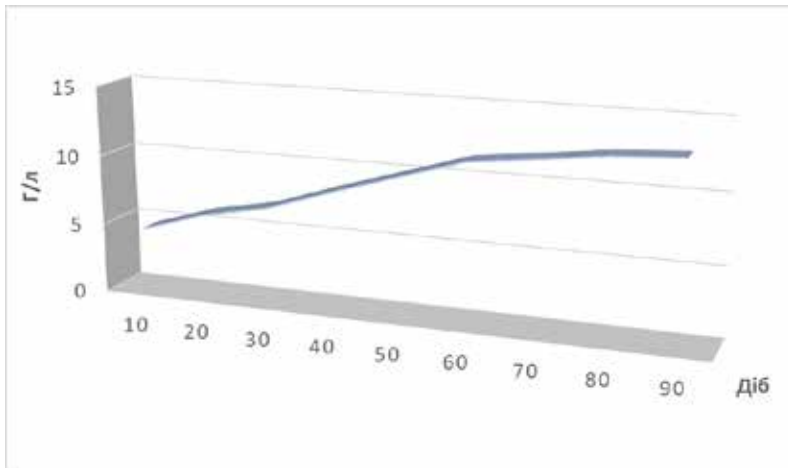


Рис. 5. Вікова динаміка γ -глобулінів у сироватці крові японських перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

Рівень γ -глобулінів у сироватці крові перепелів зріс на 30-ту добу до $6,89 \pm 0,26$ г/л, що у 1,52 рази більше у порівнянні з показником зафіксованим на 10-ту добу життя птиці. 40-ва доба життя птиці характеризувалася тим, що концентрація фракції γ -глобулінів у сироватці крові перепелів становила $8,44 \pm 0,31$ г/л, що у 1,86 рази більше за показник

10-ти добової птиці. Рівень γ -глобулінів у сироватці крові перепелів зрів у 2,18 рази у порівнянні з 10-ти добовою птицею на 50-ту добу життя. Подальші наші дослідження показали, що на 60-ту добу життя показник у сироватці крові перепелів складав $11,35 \pm 0,41$ г/л, що представляє собою зростання у 2,51 рази. На 70-ту добу життя перепелів рівень γ -глобулінів у сироватці крові складав $11,90 \pm 0,43$ г/л, демонструючи зростання у 2,63 рази у порівнянні з 10-ти добовою птицею. З 80-тої до 90-тої доби життя перепелів γ -глобулінова фракція у сироватці крові коливалася в межах від $12,48 \pm 0,45$ г/л на 80-ту добу до $12,74 \pm 0,46$ г/л на 90-ту добу життя перепелів. Таким чином, від 10-тої до 90-тої доби життя перепелів абсолютна концентрація γ -глобулінів у сироватці крові зросла у 2,81 рази.

Альбуміно-глобуліновий (А/Г) коефіцієнт сироватки крові є узагальнюючим біохімічним індикатором, що відображає співвідношення концентрації альбумінів до сумарного вмісту глобулінових фракцій і характеризує баланс між синтетичною активністю печінки та функціональним станом імунної системи. Даний показник має високу інформативність, оскільки інтегрує зміни у білковому обміні, включаючи інтенсивність утворення транспортних білків і імуноглобулінів, а також особливості їх перерозподілу в організмі. У птиці, зокрема у японських перепелів, величина А/Г коефіцієнта зазнає закономірних змін у процесі постнатального розвитку.

Альбуміно-глобуліновий (А/Г) коефіцієнт у сироватці крові японських перепелів залишався практично стабільним упродовж усього досліджуваного нами періоду.

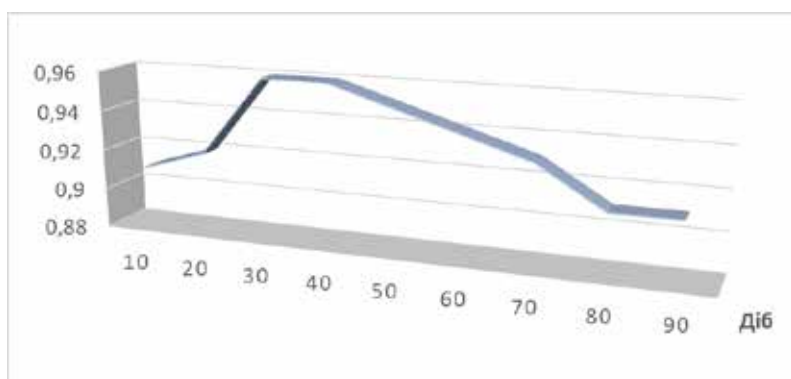


Рис. 6. Вікова динаміка А/Г коефіцієнт у сироватці крові японських перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

На 10-ту добу життя перепелів значення А/Г коефіцієнта становило 0,91. Зростання А/Г коефіцієнта зафіксовано на 30-ту добу у 1,05 рази порівняно з показником у сироватці крові на 10-ту добу життя перепелів. На 50-ту добу життя птиці рівень А/Г коефіцієнта у сироватці крові знизився і складав 0,95 однак у порівнянні з цим показником у сироватці крові 10-ти добової птиці показник виявився вищим у 1,04 рази вище. На 60-ту добу життя показник у сироватці крові перепелів продовжував знижуватися але залишався вищим у 1,03 рази порівняно з таким показником у сироватці крові перепелів 10-ти добового віку. З 70-тої до 90-тої доби життя перепелів альбуміно-глобуліновий коефіцієнт у сироватці крові перепелів коливався в межах від 0,91 до 0,93.

Таким чином, від 10-тої до 90-тої доби життя перепелів А/Г коефіцієнт у сироватці крові мав незначні коливання в межах від 0,91 до 0,96.

На ранніх етапах розвитку птиці А/Г коефіцієнт у сироватці крові, як правило, є відносно високим унаслідок переважання альбумінової фракції, однак із віком поступово знижується внаслідок активізації гуморальної ланки імунітету та збільшення частки глобулінів, передусім γ -фракції. Таким чином, динаміка цього коефіцієнта відображає ступінь зрілості імунокомпетентних органів, інтенсивність білок-синтетичних процесів і рівень адаптаційних реакцій організму.

4. Вікова динаміка імуноглобулінів у сироватці крові японських перепелів

Аналіз кількісних показників імуноглобулінів у сироватці крові японських перепелів виявив виражену вікову закономірність, яка відображає поступове становлення гуморального імунітету в постнатальному онтогенезі.

Фракція Ig M у сироватці крові характеризує собою сукупність високомолекулярних імуноглобулінів, які належать до первинної ланки гуморальної імунної відповіді та синтезуються В-лімфоцитами на ранніх етапах їх активації з подальшою диференціацією у плазматичні клітини. Молекула Ig M має пентамерну будову, що забезпечує їй високу авідність до антигенів і здатність ефективно ініціювати каскад реакцій системи комплементу, сприяючи швидкій елімінації чужорідних агентів. У перепелів Ig M є першим класом імуноглобулінів, який з'являється у кров'яному руслі у відповідь на антигенну стимуляцію, забезпечуючи ранню фазу специфічного імунного захисту до формування більш тривалої імунної відповіді, асоційованої з іншими класами антитіл. Фракція Ig M у сироватці крові перепелів характеризувалася поступовим зростанням упродовж

всього досліджуваного періоду з подальшою тенденцією до стабілізації на пізніших етапах онтогенезу (Рис. 7).

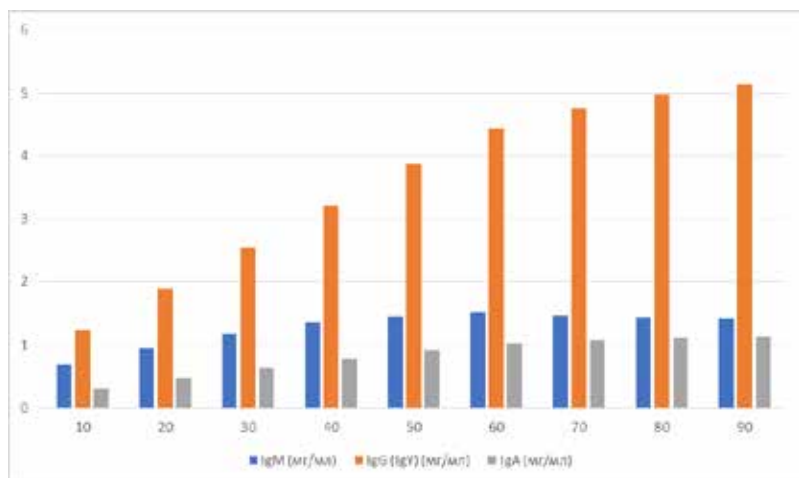


Рис. 7. Вікова динаміка імуноглобулінів сироватки крові японських перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

На 10-ту добу життя концентрація Ig M у сироватці крові птиці становила $0,68 \pm 0,04$ мг/мл. Через 10 діб життя, на 20-ту добу даний показник підвищився до $0,95 \pm 0,05$ мг/мл, що становило зростання у 1,40 рази, і перевищує рівень цього показника 10-тої доби життя птиці. У перепелів 30-ти добового віку вміст Ig M у сироватці крові зріс до $1,18 \pm 0,06$ мг/мл, що у 1,74 рази більше порівняно з 10-тою добою життя. Наступні 10 діб життя зростання продовжилось, на 40-ву добу життя птиці у сироватці крові концентрація Ig M становила $1,35 \pm 0,07$ мг/мл, що у 1,99 рази вище початкового значення концентрація Ig M у сироватці крові птиці зафіксованого на 10-ту добу життя птиці. На 50-ту добу нашого дослідження тенденція до зростання продовжилася. Концентрація Ig M у сироватці крові становила $1,46 \pm 0,08$ мг/мл, перевищуючи рівень 10-тої доби у 2,15 рази. Максимальне значення показника у сироватці крові нами було зафіксовано на 60-ту добу життя перепелів і показник становив $1,52 \pm 0,08$ мг/мл, що продемонструвало зростання у 2,24 рази у порівнянні з показником у сироватці крові 10-ти добової птиці. У подальшому нами спостерігалася незначна варіабельність з 70-тої по 90-ту добу життя птиці. Даний показник коливався від $1,47 \pm 0,08$ мг/мл до $1,41 \pm 0,07$ мг/мл

відповідно, що в свою чергу перевищує вихідний рівень концентрації Ig M у сироватці крові перепелів у 2,07 рази.

Таким чином, ми можемо стверджувати, що у період від 10-тої до 60-тої доби життя перепелів відбувається інтенсивне наростання концентрації Ig M, після чого показник зазнає коливань з незначною варіативністю. Таким чином ми можемо припустити що вікова динаміка вмісту Ig M у сироватці крові птиці характеризується поступовим підвищенням його концентрації у міру становлення імунної системи та зростання антигенного навантаження, що відображає функціональну зрілість В-клітинної ланки імунітету.

Імуноглобулін Y (Ig Y) у сироватці крові характеризує собою основний клас специфічних антитіл у птиці. Кількісне визначення Ig Y у мг/мл використовується як інформативний показник стану гуморального імунітету та інтенсивності імунної відповіді організму. Даний імуноглобулін синтезується плазматичними клітинами, що походять із В-лімфоцитів і за своїми функціональними властивостями є аналогом Ig G ссавців. Він забезпечує тривалий системний захист шляхом специфічного зв'язування та нейтралізації антигенів, опсонізації та участі в імунних реакціях. У перепелів Ig Y відіграє провідну роль у формуванні адаптивного імунітету, а його концентрація у сироватці крові відображає рівень імунологічної зрілості, ступінь антигенного навантаження та ефективність імунної відповіді.

Фракція Ig Y у сироватці крові перепелів на 10-ту добу життя птиці у сироватці крові становив $1,24 \pm 0,07$ мг/мл. Продовж наступних 10-ти діб показник зріс у 1,52 рази й становив $1,89 \pm 0,09$ мг/мл на 20-ту добу життя птиці. У 30-ти добових перепелів концентрація Ig Y у сироватці крові зросла до $2,54 \pm 0,12$ мг/мл, що представляє собою зростання у 2,05 рази у порівнянні показником у сироватці крові 10-ти добової птиці. Подальше збільшення показника спостерігалось і на 40-ву добу життя птиці. Рівень концентрації Ig Y у сироватці крові становив $3,21 \pm 0,14$ мг/мл, що у 2,59 рази перевищує показник зафіксований у 10-ти добової птиці. Наступні 20-ті діб життя перепелів показник концентрації Ig Y у сироватці крові птиці зростав. На 50-ту добу вміст Ig Y у сироватці крові досягав $3,87 \pm 0,17$ мг/мл, а вже на 60-ту добу показник становив $4,43 \pm 0,19$ мг/мл, що відображає зростання у 3,57 рази у порівнянні з показником 10-ти добової птиці. У подальшому показник мав незначні коливання з 70-тої по 90-ту добу життя. Концентрації Ig Y за цей період зросла у сироватці крові перепелів на 0,39 мг/мл. Таким чином, упродовж періоду від 10-ї до 90-ї доби життя перепелів спостерігалася послідовна та статистично достовірне зростання концентрації Ig Y у сироватці крові, що відображає становлення та функціональне зміцнення гуморального імунітету.

Імуноглобулін А (Ig A) у сироватці крові, слугують специфічним класом антитіл, концентрація яких відображає функціональний стан мукозального імунітету та загальну напруженість гуморальної імунної відповіді організму. Даний імуноглобулін синтезується плазматичними клітинами, локалізованими переважно у слизових оболонках. Імуноглобулін А частково надходить у системний кровотік, де виконує захисні функції, пов'язані з нейтралізацією антигенів і перешкоджанням їх адгезії до епітеліальних поверхонь. У перепелів Ig A відіграє ключову роль у забезпеченні бар'єрного імунітету. Він формує першу лінію захисту на рівні респіраторного та травного трактів, що має вирішальне значення в умовах постійного контакту з різноманітними антигенами довкілля. Рівень цього імуноглобуліну у сироватці крові перепелів на 10-ту добу життя становив $0,31 \pm 0,02$ мг/мл. У подальшому, вже через 10 діб, спостерігали зростання Ig A у сироватці крові перепелів до $0,47 \pm 0,03$ мг/мл, що перевищує цей показник у сироватці крові перепелів у 1,52 рази. У наступній віковій групі зміни концентрації Ig A у сироватці крові супроводжувалися їх підвищенням до $0,63 \pm 0,04$ мг/мл, що у 2,03 рази більше порівняно з таким показником у сироватці крові 10-ти добових перепелів. У віці 40 діб вміст Ig A у сироватці крові досягав $0,78 \pm 0,05$ мг/мл, демонструючи зростання у 2,52 рази відносно показника у сироватці крові перепелів 10-ї доби життя. Подальше підвищення відзначалося у 50-ти добовому віці. Показник концентрації Ig A у сироватці крові цієї вікової групи перепелів сягав $0,91 \pm 0,05$ мг/мл, що у 2,94 рази перевищує значення початкового дослідження сироватки крові. Після 60-тої доби життя перепелів концентрації Ig A у сироватці крові перепелів мала незначні коливання у межах від $1,02 \pm 0,06$ мг/мл до $1,13 \pm 0,06$ мг/мл. Однак у порівнянні з концентрацією Ig A у сироватці крові перепелів на 90-ту добу життя показник у 3,65 рази перевищує значення Ig A у сироватці крові перепелів 10-ти добового віку. Таким чином, упродовж 10-90-ї діб життя відбувається послідовне наростання концентрації Ig A у сироватці крові, що свідчить про поступове формування ефективного імунного захисту організму птиці.

Загальні імуноглобуліни (Ig) у сироватці крові характеризують сумарну концентрацію антитіл різних класів, зокрема Ig Y, Ig M та Ig A, і відображають інтегральний стан гуморальної ланки імунної системи, що формується внаслідок координації проліферації та диференціації В-лімфоцитів у плазматичні клітини. Кількісне визначення цього показника в мг/мл дозволяє оцінити інтенсивність імунної відповіді, рівень антигенного навантаження та ступінь імунологічної зрілості організму. У японських перепелів, загальний вміст імуноглобулінів формується під

впливом вікових, фізіологічних і екологічних чинників, причому у ранні періоди постнатального розвитку спостерігається поступове зростання їх концентрації, що пов'язано з активізацією імунокомпетентних органів і наростанням синтезу специфічних антитіл.

Сумарна концентрація загальних імуноглобулінів у сироватці крові японських перепелів відображала поступове посилення гуморальної імунної відповіді в процесі постнатального розвитку перепелів. Початковий рівень загальних імуноглобулінів у сироватці крові перепелів на 10-ту добу життя становив $2,23 \pm 0,11$ мг/мл, що характеризує вихідний стан імунного забезпечення організму. Вже через десятиденний інтервал спостерігали вірогідне зростання показника до $3,31 \pm 0,15$ мг/мл, що свідчить про активізацію синтезу імуноглобулінів. У наступній віковій групі сумарна концентрація загальних імуноглобулінів у сироватці крові перепелів супроводжувалася підвищенням показника до $4,35 \pm 0,19$ мг/мл, що відображає стійке наростання імунної активності (Рис. 8).

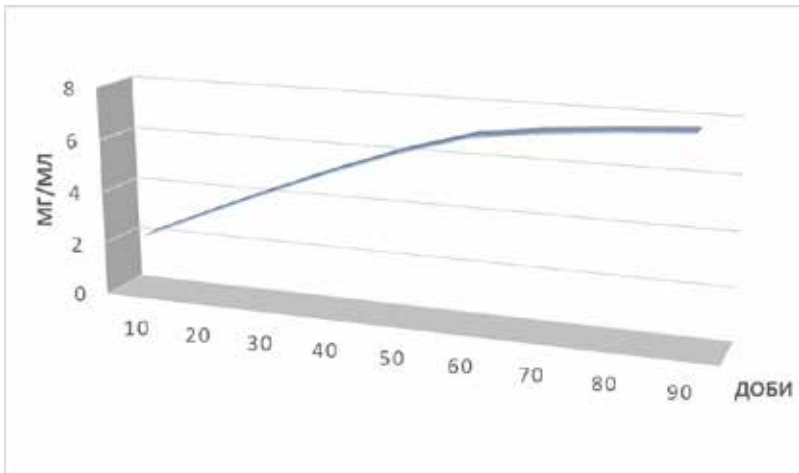


Рис. 8. Вікова динаміка загальних Ig у сироватки крові японських перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

У 40-добовому віці рівень загальних Ig досягав $5,34 \pm 0,23$ мг/мл, демонструючи подальше зміцнення гуморальної ланки імунітету. $6,24 \pm 0,27$ мг/мл становив показник у сироватці крові перепелів на 50-ту добу життя. Така динаміка показника вказує на інтенсивне функціональне дозрівання імунної системи птиці яку ми досліджували. У 60-добовому віці сумарна концентрація імуноглобулінів у сироватці

крові перепелів зросла у 1,12 рази. порівняно з таким показником у сироватці крові 50-ти добового віку. Однак у порівнянні з показником у птиці 10-ти добового віку сумарна концентрація імуноглобулінів зросла у 3,14 рази, відображаючи високий рівень імуноглобулінового забезпечення організму. Надалі спостерігали коливання показника у сироватці крові перепелів від $7,30 \pm 0,31$ мг/мл до $7,68 \pm 0,33$ мг/мл на 90-ту добу життя перепелів. Що відображає сформований та відносно стабільний рівень гуморального імунітету досліджуваного нами виду птиці.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження вікової динаміки загального білка та його фракцій у сироватці крові японських перепелів. Дослідження проводили у групах віком від 10-тої до 90-тої доби постнатального онтогенезу. Отримані дані дозволило встановити комплекс фізіологічних закономірностей у формуванні білкового метаболізму та гуморального імунітету.

Загальний білок сироватки крові перепелів вирігдно зростав з 10-тої по 60-ту добу життя від $21,45 \pm 0,62$ г/л до $45,82 \pm 1,02$ г/л відповідно, що склало збільшення у 2,14 рази. Альбумінова фракція залишалася домінантною з відносною стабілізацією альбуміно-глобулінового коефіцієнта на рівні 0,91-0,96. Найбільш виражену динаміку серед білкових фракцій продемонстрували γ -глобуліни – зростання у 2,81 рази, що є відображенням прогресивного становлення гуморального імунітету.

Загальний рівень імуноглобулінів зріс у 3,44 рази. Клас Ig G (Ig Y) продемонстрував найбільш виражену динаміку, зростання у 4,15 рази, тоді як Ig A зріс у 3,65 рази. Ig M характеризувався транзиторним характером із максимальним значенням на 60-й доби та подальшою стабілізацією, що відповідає зміні домінантного класу антитіл у процесі становлення адаптивного імунітету. Отримані дані формують референтні фізіологічні значення показників білкового обміну та гуморального імунітету японських перепелів у постнатальному онтогенезі.

АНОТАЦІЯ

У дослідженні визначали вікову динаміку концентрації загального білка та його фракцій, а також рівня імуноглобулінів класів Ig M, Ig G (Ig Y) та Ig A у сироватці крові японських перепелів від 10-тої до 90-тої доби постнатального періоду онтогенезу японських перепелів. Встановлено зростання загального білка у сироватці крові перепелів з 21,45 г/л на 10-тій добі життя і до 49,17 г/л у птиці віком 90 діб, що у 2,29 рази перевищує значення у сироватці крові перепелів 10-ти добового

віку. Загальний рівень імуноглобулінів у сироватці крові перепелів зростає у 3,44 рази за період від 10-ти до 90-то добового віку. Зафіксовано зростання Ig Y у сироватці крові птиці у 4,15 рази, Ig A – у 3,65 рази та транзиторийний характер динаміки Ig M з максимальним значенням на 60-ту добу життя птиці. Отримані дані формують референтні значення білкового профілю та гуморального імунітету японського перепела в нормі.

Література

1. Xiong X., Xu J., Yan X., Wu S., Ma J., Wang Z., He Q., Gong J., Rao Y. Gut microbiome and serum metabolome analyses identify biomarkers associated with sexual maturity in quails // *Poultry Science*. 2023. Vol. 102, No. 7. Article 102762. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102762>
2. Sedqyar M., Weng Q., Watanabe G., Kandiel M. M., Takahashi S., Suzuki A. K., Taneda S., Taya K. Secretion of inhibin in female Japanese quails (*Coturnix japonica*) from hatch to sexual maturity // *Journal of Reproduction and Development*. 2008. Vol. 54, No. 1. P. 52–57. DOI: <https://doi.org/10.1262/jrd.19112>
3. Yannakopoulos A. L., Christaki E., Florou-Paneri P. Effect of age and carcass composition on the onset of sexual maturity in quail under normal feeding regimens // *British Poultry Science*. 1995. Vol. 36, No. 5. P. 771–777. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071669508417821>
4. Reddish J. M., Nestor K. E., Lilburn M. S. Effect of selection for growth on onset of sexual maturity in randombred and growth-selected lines of Japanese quail // *Poultry Science*. 2003. Vol. 82, No. 2. P. 187–191. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/82.2.187>
5. Najdi S., Nikbakht Brujeni G., Sheikhi N., Chakhkar S. Development of anti-*Helicobacter pylori* immunoglobulins Y (IgYs) in quail // *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2016. Vol. 17, No. 2. P. 106–110.
6. Gouda A., Tolba S. A., El-Moniary M. M. Zinc and L-Ascorbic Acid dietary supplementation affected antioxidant status, heat shock protein 70, and some immunoglobulins in Japanese quail under heat stress conditions // *Biological Trace Element Research*. 2022. Vol. 200, No. 6. P. 2889–2896. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-021-02884-y>
7. Sakamoto M. I., Murakami A. E., Fernandes A. M., Ospina-Rojas I. C., Nunes K. C., Hirata A. K. Performance and serum biochemical profile of Japanese quail supplemented with silymarin and contaminated with aflatoxin B1 // *Poultry Science*. 2018. Vol. 97, No. 1. P. 159–166. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex277>
8. Dosoky W. M., Zeweil H. S., Ahmed M. H., Zahran S. M., Ali A. M., Abdelsalam N. R., Naiel M. A. E. The influences of Tylosine and licorice dietary

supplementation in terms of the productive performance, serum parameters, egg yolk lipid profile, antioxidant and immunity status of laying Japanese quail under heat stress condition // *Journal of Thermal Biology*. 2021. Vol. 99. Article 103015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103015>

9. He Q., Shang H., Huang Y., Li L., Wu Z., Ran H., Xu J., Xiong X. Serum metabolic profiles in quails: effects of age, breed, and sex // *Poultry Science*. 2025. Vol. 104, No. 1. Article 104556. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104556>

10. Reda F. M., Ismail I. E., Attia A. I., Fikry A. M., Khalifa E., Alagawany M. Use of fumaric acid as a feed additive in quail's nutrition: its effect on growth rate, carcass, nutrient digestibility, digestive enzymes, blood metabolites, and intestinal microbiota // *Poultry Science*. 2021. Vol. 100, No. 12. Article 101493. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101493>

11. Kanbur, G., Göçmen, R., & Ünal, K. (2024). Effect of high-fibre diets supplemented with banana leaf on growth performance, meat quality, and serum cholesterol of quail. *Tropical animal health and production*, 56(8), 265. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04139-z>

Information about the authors:

Livoshchenko Yevheniia Mykhailivna,

Candidate of Veterinary Science.

Associate Professor at the Department of internal medicine,

pharmacy and biochemistry

Sumy National Agrarian University

160, Herasya Kondratieva street, Sumy, Ukraine

Pavlovskiy Vadym Volodymyrovych,

Postgraduate Student at the Department of internal medicine, pharmacy

and biochemistry

Sumy National Agrarian University

160, Herasya Kondratieva street, Sumy, Ukraine

Livoshchenko Oleksii Ihorovych,

Student

Sumy National Agrarian University

160, Herasya Kondratieva street, Sumy, Ukraine