

## ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК ГУМІНОВОЇ ПРИРОДИ НА МЕТАБОЛІЧНИЙ ПРОФІЛЬ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

Степченко Л. М., Дьомшина О. О., Ушакова Г. О.

### ВСТУП

Із кожним роком птахівництво як частина сільсько-господарського сектору агропромислового комплексу розширюється у зв'язку зі збільшенням споживчого попиту. Успішність та ефективність вирощування птахів безпосередньо пов'язані зі збалансованим раціоном харчування за всіма його компонентами. Також велике значення для нормального росту і розвитку птиці мають процеси травлення та засвоєння продуктів розщеплення нутрієнтів за рахунок уведення до раціону біологічно активних добавок<sup>1</sup>. Із підвищенням продуктивності збільшується потреба в поживних речовинах кормів та питній воді, у тому числі в макро- і мікроелементах, що беруть участь у складних біохімічних реакціях синтезу нуклеїнових кислот, білків, вуглеводів, ліпідів<sup>2</sup>. Однак всмоктуватися та перетворюватися в організмі на метаболічно активну

---

<sup>1</sup> Степченко Л.М. Механизмы формирования биопродукции у быстрорастущей птицы под влиянием препаратов гуминовой природы. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2005. № 2. С. 237–241; Samudovská A., Demeterová M. Effect of diet supplemented with natural humic compounds and sodium humate on performance and selected metabolic variables in broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno*. 2010. № 79. P. 385–393; Быков А.В., Быкова Л.А., Рахматуллин Ш.Г. Биохимические и морфологические изменения в крови птицы под воздействием кормового фактора. *Вестник мясного скотоводства*. 2012. Т. 4. № 78. С. 78–81; Олива Т.В., Горшков Г.И. Использование препарата «Селексен» при выращивании цыплят-бройлеров. *Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки»*. 2013. № 1. С. 28–33; Semjon, B., Marcincáková D., Koréneková B., Bartkovský M., Nagy J., Turek P., Marcincák S. Multiple factorial analysis of physicochemical and organoleptic properties of breast and thigh meat of broilers fed a diet supplemented with humic substances. *Poultry Science*. 2020. № 99. P. 1750–1760.

<sup>2</sup> Степченко Л.М. Регуляторні механізми дії біологічно активних речовин гумінової природи на організм продуктивної птиці. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 2. С. 306; Торшков А.А. Влияние арабиногалактана на продуктивные качества цыплят-бройлеров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2010. Т. 3. № 27(1). С. 203–220; Domínguez-Negrete A., Gómez-Rosales S., Angeles M.D., López-Hernández L.H., Reis-de Souza T.C., López-García Y., Zavala-Franco A., Téllez-Isaías G. Effect of the Addition of Humic Substances as Growth Promoter in Broiler Chickens Under Two Feeding Regimens. *Animals*. 2019. P. 9.

форму можуть тільки елементи, яким властива біологічна доступність, що визначається хімічною і фізичною формами, розміром часток, присутності хелатних форм. До таких відносяться біологічно активні добавки на основі гумінових речовин, які широко використовуються у тваринництві та рослинництві.

Наприклад, Гумілід<sup>3</sup>, Гумісол-Т-2 та Гідрогумат<sup>4</sup>, Гумінат<sup>5</sup>, які розроблені та апробовані співробітниками проблемної лабораторії з

---

<sup>3</sup> Скорик М.В. Взаимосвязь функционального состояния эритроцитов и микроэлементов в печени кур-несушек под влиянием гуминовых кормовых добавок различного происхождения. *Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии имени С.З. Гжицького*. 2008. Т. 10. № 3(38)2. С. 190–197; Степченко Л.М. Биологически активные вещества гуминовой природы как регуляторы гомеостаза птицы. *Материалы VII Международной конференции «Radostim» «Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биорациональные пестициды в сельском хозяйстве»*. Минск, 2011. С. 164–167; Галузіна Л.І. Вплив кормової добавки «Гумілід» на кількісні та якісні показники м'ясної продуктивності страусів. *Науково-технічний бюлетень. Інститут біології тварин*. 2012. Т. 13. № 1–2. С. 137–142; Михайленко Є.О. Гематологічні та біохімічні показники крові курчат-бройлерів при введенні до їх раціону біологічно активної кормової добавки «Гумілід» з водою. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2015. Т. 3. № 4. С. 132–135; Вплив кормової добавки «Гумілід» на показники протеїнового і амінокислотного обміну у курчат-бройлерів кросу Кобб 500 / Є.О. Михайленко та ін. *Біологія тварин*. 2016. № 4. С. 66–71; Ефективність антиоксидантної системи печінки бройлерів кросу Кобб-500 при вживанні природними біологічно активними добавками на основі гумінових речовин / Є.О. Михайленко та ін. *Вісник Державного аграрно-економічного університету*. 2016. Т. 4. № 42. С. 120–125; Buchko O., Havryliak V. Effect of the Supplement of Humic Origin on the Free Radical Processes and Histological Changes in the Tissues of Rats Affected by Chromium (VI). *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2021. V. 11. № 3. P. 10996–11008. URL: <https://doi.org/10.33263/BRIAC113.1099611008>; Stepchenko L., Dyomshyna O., Ushakova G. The impact of the humate nature feed additives on the antioxidant status of erythrocytes, liver, and muscle in chickens, hens, and gerbils. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2021. № 11(5). P. 13202–13213. URL: <https://doi.org/10.33263/BRIAC115.1320213213>.

<sup>4</sup> Степченко Л.М., Шульга О.В. Склад ліпідів гепатоцитів молодих шурів за умов аліментарного впливу гідрогумата. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2006. № 1. 86–89; Функціональний стан організму продуктивної птиці за дії гідрогумату / Л.М. Степченко та ін. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2008. № 2. С. 99–103; Приходченко В.О., Гладка Н.І. Ефективність використання біологічно активної кормової добавки гумісол в раціонах курчат-бройлерів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2013. Т. 15. № 3(57)3. С. 185–191; Disetle A.R.P., Marume U., Mlambo V., Hugo A. Effects of dietary humic acid and enzymes on meat quality and fatty acid profiles of broiler chickens fed canola-based diets. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019. № 32. P. 711–720. URL: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0408>.

<sup>5</sup> Степченко Л.М., Жорина Л.В., Кравцова Л.В. Влияние гумата натрия на обмен веществ и резистентность высокопродуктивной птицы. *Научные доклады высшей школы. Биологические науки*. 1991. № 10. С. 90–95; Степченко Л.М., Грибан В.Г. Щодо механізму дії препаратів гумусової природи на організм тварин та птиці. *Ветеринарна медицина України*. 1997. № 7. С. 34; Степченко Л.М., Лосева Є.О., Скорик М.В. Фізіологічні аспекти подовження продуктивності курей-несучок за впливу гідрогумату. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 3. С. 305–306; Михайленко Е.А., Грибан В.Г., Степченко Л.М. Особенности белкового обмена у цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 при включении в рацион Гумилида. *Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения в сельском хозяйстве* : сборник тезисов. Москва. 2014. С. 55–58.

гумінових речовин ім. Л.А. Христевої Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, виявляють широкий спектр дії на організм тварин.

Таблиця 1

**Органолептичні та фізико-хімічні показники зразку «Гумілід»<sup>6</sup>**

№	Найменування показника	Значення за ТУ У 15.7-00493675 004 2009	Встановлено аналізом
1	Загальний вигляд	в'язка рідина	в'язка рідина
2	Колір	темно-коричневий	темно-коричневий
3	Запах	специфічний	специфічний
4	Концентрація іонів водню (рН), не більше	12	11,4
5	Масова частка сухої речовини, не менше	11%	14,8%
6	Масова частка органічної речовини у перерахунку на суху речовину, не менше	9%	10,6%
7	Масова частка гумінових речовин (гумінові кислоти та їх солі) в органічній речовині, не менше	50%	58,4%
8	Патогенні мікроорганізми: БГКП, сальмонели, токсиноутворюючі анаероби	КУО/дм <sup>3</sup> не допускається	КУО/дм <sup>3</sup> відсутні

*Примітка: КУО – колонеутворюючі одиниці*

<sup>6</sup> Сертифікат якості на кормову добавку «Гумілід» ТУ У 15.7-00493675 004 2009.

## 1. Виникнення передумов проблеми та формулювання проблеми

Усе частіше в сучасній науковій літературі з'являються свідчення щодо поліфункціонального впливу кормових добавок гуминової природи на різні органи, тканини і системи організму різних тварин<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Скорик М.В. Взаимосвязь функционального состояния эритроцитов и микроэлементов в печени кур-несушек под влиянием гуминовых кормовых добавок различного происхождения. *Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии имени С.З. Гжицького*. 2008. Т. 10. № 3(38)2. С. 190–197; Степченко Л.М. Биологически активные вещества гуминовой природы как регуляторы гомеостаза птицы. *Материалы VII Международной конференции «Radostim» «Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биорациональные пестициды в сельском хозяйстве»*. Минск. 2011. С. 164–167; Галузіна Л.І. Вплив кормової добавки «Гумілід» на кількісні та якісні показники м'ясної продуктивності страусів. *Науково-технічний бюлетень. Інститут біології тварин*. 2012. Т. 13. № 1–2. С. 137–142; Михайленко Є.О. Гематологічні та біохімічні показники крові курчат-бройлерів при введенні до їх раціону біологічно активної кормової добавки «Гумілід» з водою. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2015. Т. 3. № 4. С. 132–135; Вплив кормової добавки «Гумілід» на показники протеїнового і амінокислотного обмін у курчат-бройлерів кросу Кобб 500 / Є.О. Михайленко та ін. *Біологія тварин*. 2016. № 4. С. 66–71; Ефективність антиоксидантної системи печінки бройлерів кросу Кобб-500 при виповованні природними біологічно активними добавками на основі гумінових речовин / Є.О. Михайленко та ін. *Вісник Державного аграрно-економічного університету*. 2016. Т. 4. № 42. С. 120–125; Buchko O., Havryliak V. Effect of the Supplement of Humic Origin on the Free Radical Processes and Histological Changes in the Tissues of Rats Affected by Chromium (VI). *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2021. V. 11. № 3. P. 10996–11008. URL: <https://doi.org/10.33263/BRIAC113.1099611008>; Stepchenko L., Dyomshyna O., Ushakova G. The impact of the humate nature feed additives on the antioxidative status of erythrocytes, liver, and muscle in chickens, hens, and gerbils. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2021. № 11(5). P. 13202–13213. URL: <https://doi.org/10.33263/BRIAC115.1320213213>; Žatko D., Vašková J., Vaško L., Patlevič P. The effect of humic acid on the content of trace element in Mitochondria. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 2014. № 9. P. 315–319. URL: <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2014.315.319>; Serova D., Taran O., Dyomshina O. Biological activity of humic substances in the liver of Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Biosystems Diversity*. 2016. № 24. P. 410–415. URL: <https://doi.org/10.15421/011655>; Dyomshina O.O., Ushakova G.O., Stepchenko L.M. The effect of biologically active feed additives of humilid substances on the antioxidant system in liver mitochondria of gerbils. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2017. V. 8. № 2. P. 185–190. URL: <https://doi.org/10.15421/021729>.

Дані препарати відомі своїми імуностимулюючими, антимікробними антидіарейними та знеболюючими властивостями, здатністю впливати на конверсію корму, ріст і якість м'яса сільськогосподарських тварин.

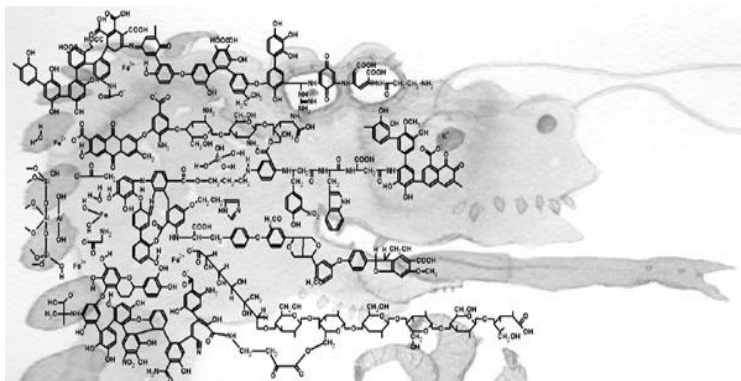


Рис. 1. Гіпотетичний структурний фрагмент гумінових речовин за Кляйнхемпель, 1970<sup>8</sup>

З іншого боку, гумати здатні до хелатоутворення, а саме можуть утворювати стійку сполуку з мікроелементами та поліпшують їх засвоєння з корму та, таким чином, позитивно впливають на активність і синтез ензимів, виявляють високу адсорбційну здатність у шлунково-кишковому тракті<sup>9</sup>. У роботах<sup>10</sup> описана важлива біологічна активність, яка властива гуматам, – гормональна активність. Показано, що за дії гумінових речовин відбувається додатковий синтез АТФ, ДНК, РНК, зміна рівня сАМР, а також участь цих речовин у біосинтезі

---

<sup>8</sup> Перминова И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века. *Химия и жизнь*. 2008. № 1.

<sup>9</sup> Степченко Л.М. Регуляторні механізми дії біологічно активних речовин гумінової природи на організм продуктивної птиці. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 2. С. 306.

<sup>10</sup> Степченко Л.М. Биологически активные вещества гуминовой природы как регуляторы гомеостаза птицы. *Материалы VII Международной конференции «Radostim» «Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биорациональные пестициды в сельском хозяйстве»*. Минск. 2011. С. 164–167; Степченко Л.М., Лосева Е.О., Скорик М.В. Фізіологічні аспекти подовження продуктивності курей-несучок за впливу гідрогумату. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 3. С. 305–306.

протеїнів, у тому числі ензимів, і регуляції ензим-інгібіторних взаємодій за вивільнення додаткової енергії.

Особливу увагу в дослідженнях<sup>11</sup> присвячено впливу гумінових добавок на протеїновий та амінокислотний обміни, стан антиоксидантної системи в крові, печінці та м'язах курчат-бройлерів кросу Кобб 500. Також важливою ланкою досліджень було визначення функціонування мітохондрій у м'язовій тканині під впливом кормових біологічно активних добавок гумінової природи.

Стан протеїнового обміну в організмі курчат бройлерного типу є пріоритетним, що визначає інтенсивність вуглеводного і ліпідного обмінів, впливає на швидкість росту та розвитку птиці<sup>12</sup>. Провідну роль в азотистому обміні цілісного організму відіграє печінка, в якій відбуваються основні процеси протеїнового, амінокислотного, вуглеводного обміну, обміну азотистих основ нуклеїнових кислот, детоксикації ендогенних і екзогенних метаболітів, окрім того, вона

---

<sup>11</sup> Михайленко С.О. Гематологічні та біохімічні показники крові курчат-бройлерів при введенні до їх раціону біологічно активної кормової добавки «Гумілід» з водою. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2015. Т. 3. № 4. С. 132–135; Вплив кормової добавки «Гумілід» на показники протеїнового і амінокислотного обмінів у курчат-бройлерів кросу Кобб 500 / С.О. Михайленко та ін. *Біологія тварин*. 2016. № 4. С. 66–71; Ефективність антиоксидантної системи печінки бройлерів кросу Кобб-500 при вживанні природними біологічно активними добавками на основі гумінових речовин / С.О. Михайленко та ін. *Вісник Державного аграрно-економічного університету*. 2016. Т. 4. № 42. С. 120–125; Dyomshina O.O., Ushakova G.O., Stepchenko L.M. The effect of biologically active feed additives of humilid substances on the antioxidant system in liver mitochondria of gerbils. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2017. V. 8. № 2. P. 185–190; Myhaylenko E.O., Dyomshyna O.O., Stepchenko L.M. Protein and amino acid metabolism in the muscles of broiler chickens Cobb500 during thearment feed additive «Humilid». *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2017. № 19. P. 110–116.

<sup>12</sup> Степченко Л.М., Жорина Л.В., Кравцова Л.В. Влияние гумата натрия на обмен веществ и резистентность высокопродуктивной птицы. *Научные доклады высшей школы. Биологические науки*. 1991. № 10. С. 90–95; Степченко Л.М., Грибан В.Г. Щодо механізму дії препаратів гумусової природи на організм тварин та птиці. *Ветеринарна медицина України*. 1997. № 7. С. 34; Степченко Л.М., Лосева Є.О., Скорик М.В. Фізіологічні аспекти подовження продуктивності курей-несучок за впливу гідрогумату. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 3. С. 305–306; Михайленко Е.А., Грибан В.Г., Степченко Л.М. Особенности белкового обмена у цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 при включении в рацион Гумилида. *Сборник тезисов: Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения в сельском хозяйстве*. Москва. 2014. С. 55–58.

є органом, що регулює транспорт азотистих сполук у клітині печінки і кров<sup>13</sup>.

Саме в клітинах гепатоцитів печінки відбувається синтез важливих біологічно активних протеїнів, таких як альбуміни, окремі класи глобулінів, фібронектин та ін. Окрім того, після всмоктування із шлунково-кишкового тракту саме в печінці утворюються окремі амінокислоти, які потім формують необхідний пул амінокислот, що приймає участь у сукупності пластичних і енергетичних процесів перетворень азотистих речовин в організмі птахів<sup>14</sup>. Ключова роль печінки у протеїновому обміні зумовлює її активну й особисту участь у формуванні біологічної продукції у швидкоростучої птиці бройлерного типу.

Першою й основною ланкою біохімічного контролю протеїнового гомеостазу є кількісні характеристики вмісту загального протеїну в плазмі крові. Цей інтегральний показник відображає статус метаболізму всього організму курчат та тісно пов'язаний із метаболічною активністю печінки.

Інтенсивність метаболізму протеїнів в організмі тварин певною мірою характеризують також показники активності ензимів, що беруть участь у процесах трансамінування – аспартатамінотрансфераза (АсАТ, К.Ф.2.6.1.1.), аланінамінотрансфераза (АлАТ, К.Ф.2.6.1.2.). Реакція трансамінування дуже часто є першою реакцією у процесі деградації амінокислоти або останньою реакцією її синтезу.

Особливістю активності амінотрансфераз у крові та тканині печінки бройлерів є залежність від віку та інтенсивності росту та розвитку птиці. У період найбільш високої інтенсивності росту відзначається підвищення активності АсАТ та АлАТ<sup>15</sup>. Існує достовірна кореляційна залежність активності ензимів трансамінування у крові з рівнем абсолютних приростів живої маси

---

<sup>13</sup> Торшков А.А. Влияние арабиногалактана на продуктивные качества цыплят-бройлеров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2010. Т. 3. № 27(1). С. 203–220.

<sup>14</sup> Vorobyov A.V., Lapushkina M.A. Biochemical parameters of broiler chickens in the application of an immunostimulant. *Journal of Veterinary Medicine*. 2012. V. 63. № 4. P. 132–133.

<sup>15</sup> Kotovich I.V. Activity of test serum enzymes in age aspect, and its association with body weight of broiler chickens. *Veterinary pathology*. 2005. № 2. P. 55–59; Derho M.A., Kolesnik E.A. Correlation of weight gain and the preservation of broilers ISA-15 cross-country with the level of blood biochemical parameters. *Agricultural Vestnik Urals*. 2011. № 3. P. 27–29.

курчат. Хоча характер їх взаємозв'язку різний та може відображати рівень використання субстратів реакцій трансамінування в процесах метаболізму амінокислот.

Харчова цінність курчат-бройлерів полягає у якості м'яса. Особливо цінним є біле м'ясо, яке містить до 92% легко перетравлюваних повноцінних протеїнів, що містять усі незамінні амінокислоти в оптимальному співвідношенні, багато калію, кальцію, натрію, фосфору, заліза, хлору<sup>16</sup>. М'ясо птиці містить вітаміни А, Е, РР, групи В. Також важливою особливістю курчат-бройлерів є їхня здатність до швидкого росту. Таке явище пов'язане з тим, що вони у 1,5–2 рази швидше, ніж інші тварини, перетворюють кормовий протеїн на харчовий. Протеїновий обмін є індивідуальним показником, який відображає загальний метаболічний статус усього організму, є пріоритетним, первинним, широко специфічним та забезпечує вуглеводний та ліпідний обміни<sup>17</sup>.

Тому контроль над станом протеїнового обміну в м'язах курчат бройлерного типу є важливим етапом їх вирощування<sup>18</sup>. Даний тип обміну забезпечується метаболічними процесами за участю таких трансаміназ, як аспартатамінотрансфераза (АсАТ, КФ 2.6.1.1.), аланінамінотрансфераза (АлАТ, КФ 2.6.1.2.), які знаходяться на перетині процесів катаболізму та анаболізму протеїнів і амінокислот. Також важливу роль відіграє мембрано пов'язаний ензим  $\gamma$ -глутамілтранспептидаза (ГТП, К.Ф.2.3.2.2.), який каталізує перенесення  $\gamma$ -глутамільної групи внутрішньоклітинного трипептида глутатіону на транспортовану амінокислоту та подальший перенос комплексу в

---

<sup>16</sup> Бірта Г.О., Бургу Ю.Г. Товарознавство м'яса : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2011. 164 с.

<sup>17</sup> Степченко Л.М., Шульга О.В. Склад ліпідів гепатоцитів молодих шурів за умов аліментарного впливу гідрогумата. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2006. № 1. 86–89.

<sup>18</sup> Степченко Л.М. Регуляторні механізми дії біологічно активних речовин гуминової природи на організм продуктивної птиці. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 2. С. 306; Степченко Л.М. Биологически активные вещества гуминовой природы как регуляторы гомеостаза птицы. *Материалы VII Международной конференции «Radostim» «Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биораціональные пестициды в сельском хозяйстве»*. Минск. 2011. С. 164–167; Михайленко Е.А., Грибан В.Г., Степченко Л.М. Особенности белкового обмена у цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 при включении в рацион Гумилада. *Сборник тезисов: Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения в сельском хозяйстве*. Москва, 2014. С. 55–58.



клітину і, таким чином, забезпечує транспорт амінокислот у клітину та забезпечує її важливим антиоксидантом. Лактатдегідрогеназа (ЛДГ, КФ 1.1.1.27) опосередковано залучена до протеїнового обміну за рахунок постачання вуглецевого скелету кетокислот для синтезу амінокислот і забезпечення процесів енергією. Окрім того, ЛДГ є ензимом, який пов'язаний із глюкозо-аланіновим циклом, основним ензимом якого є АлАТ. Саме співвідношення активності ЛДГ/АлАТ указує на інтенсивність анаеробно/аеробного гліколізу та способу використання глюкози міоцитами та швидкості її відновлення у печінці і, як наслідок, ефективність забезпечення м'язів енергією. Особливого значення це набуває для білих м'язів, які є збідненими на мітохондрії, що вказує на превалювання анаеробного шляху перетворення глюкози. Речовини, які здатні корегувати у білих м'язах процес перетворення пірувату у його менш токсичну транспортну форму аланін порівняно з лактатом, є перспективними регуляторами метаболічних процесів.

Усі живі організми реагують на зміни зовнішнього середовища. Найчастіше відповідною реакцією є стрес, який викликає утворення вільних радикалів, перевантаження внутрішньоклітинним кальцієм, пригнічення енергопродукції, синтеза протеїна та посилення його деградації, що несприятливо позначається на обміні речовин тварин, їхньому здоров'ї, продуктивності та якості продукції<sup>19</sup>. Надлишкове вільнорадикальне окиснення суттєво змінює гомеостаз біологічних систем та може стати однією з ланок розвитку патології, незалежно від характеру ініціюючого його етіологічного фактора<sup>20</sup>. Одним з органів, в якому інтенсивно відбуваються окисно-відновні реакції, є печінка.

---

<sup>19</sup> Guney Y., Bukan N., Dizman A., Hicsonmez A., Bilgihan A. Effects of two different high doses of irradiation on antioxidant system in the liver of guinea pigs. *Experimental Oncology*. 2004. V. 26. № 1. P. 71–74; Galochkin V.A., Galochkina V.P., Ostrienko K.S. Development of the oretical bases and thecreation of a new anti-stress drugs pokoloeniya for live stock. *Agricultural biology*. 2009. № 2. P. 43–54; Gülden M., Jess A., Kammann J., Maser E., Seibert H. Cytotoxicpotency of H2O2 in cell cultures: Impact of cell concentration and exposure time. *Free Radical Biology & Medicine*. 2010. № 49. P. 1298–1305.

<sup>20</sup> Vorobyov A.V., Lapushkina M.A. Biochemical parameters of broiler chickens in the application of an immunostimulant. *Journal of veterinary Medicine*. 2012. V. 63. № 4. P. 132–133 ; Kotovich I.V. Activity of test serum enzymes in age aspect, and its association with body weight of broiler chickens. *Veterinary pathology*. 2005. № 2. P. 55–59 ; Derho M.A., Kolesnik E.A. Correlation of weight gain and the preservation of broilers ISA-15 cross-country with the level of blood biochemical parameters. *Agricultural Vestnik Urals*. 2011. № 3. P. 27–29 ; Біпра Г.О., Бургу Ю.Г. Товарознавство м'яса : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2011. 164 с. ; Surai P.F., Kochish I.I., Fisinin V.I., Kidd M.T. Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. *Antioxidants*. 2019. № 8. P. 235.

Серед реакцій, які ініціюють вільні радикали, є реакція ланцюгового окиснення ліпідів, що призводить до дестабілізації і деструкції клітинних мембран і до руйнування тканин печінки<sup>21</sup>. У результаті відбуваються метаболічні зрушення в організмі, особливо високопродуктивних тварин і птиці. Однак у нормі в клітинах рівень біорадикалів підтримується на оптимальному рівні завдяки наявності складної системи антиоксидантного захисту, що включає як відповідні ферменти, так і низькомолекулярні сполуки<sup>22</sup>.

Саме ці біоантиоксиданти інактивують фізіологічні концентрації вільних радикалів до прояву ними пошкодження біомолекул. Забруднене токсичними речовинами довкілля, токсичні ксенобіотики, а також ультрафіолетове випромінювання та іонізуюча радіація стимулюють підвищене утворення біорадикалів. Такі радикали виснажують власну антиоксидантну систему та призводять до дезорганізації різних біомолекул, перш за все ліпідів, а потім протеїнів і нуклеїнових кислот, що в підсумку може спричинити загибель клітин.

Основним маркером пошкодження цих структур і їхніх молекул, а також ступеня пероксидації у клітині у цілому є кількість ТБК-активних продуктів, а саме малонового діальдегіду.

Ензимом, який першим вступає у реакцію взаємодії з перекисами, – каталаза, найвища активність якої характерна для клітин печінки, нирок і еритроцитів<sup>23</sup>, які мають високі значення продукції окисних продуктів. До компонентів антиоксидантного захисту клітини від токсичної дії супероксиданіону, який інтенсивно утворюється в дихальному ланцюзі, належить також

---

<sup>21</sup> Poyton R.O., Ball K.A., Castello P.R. Mitochondrial generation of free radicals and hypoxic signaling. *Trends Endocrinology Metabolism*. 2009. V. 20. № 7. P. 332–340 ; D'Alessandro A., Rinalducci S., Zolla L. Redox proteomics and drug development. *J. Proteomics*. 2011. V. 74. № 12. P. 2575–2595; Robert A.M., Robert L. Xanthine oxidoreductase, free radicals and cardiovascular disease. *A critical review. Pathology Oncology Research*. 2013. V. 20. № 1. P. 1–10; Shmarakov I.O., Borschovetska V.L., Marchenko M.N. Features generation of reactive oxygen and nitrogen acute hepatotoxicity. *Visnyk Dnipropetrovsk University Seriya Biology Ekology*. 2014. V. 22. № 1. P. 3–7.

<sup>22</sup> Sentman M.L., Granstrom M., Jakobson H. Phenotypes of mice lacking extracellular superoxide dismutase and copper- and zinc-containing superoxide dismutase. *Journal Biology Chemistry*. 2006. № 281. P. 6904–6909.

<sup>23</sup> Guney Y., Bukan N., Dizman A., Hicsonmez A., Bilgihan A. Effects of two different high doses of irradiation on antioxidant system in the liver of guinea pigs. *Experimental Oncology*. 2004. V. 26. № 1. P. 71–74.

ензим супероксиддисмутаза (СОД) і цитохром С, найвищі рівні яких реєструються саме в печінці<sup>24</sup>. У печінці курчат СОД представлена Mn- та Cu/Zn-ізоферментними формами. Однак формою, що домінує в клітині і становить понад 65% загальної активності, є мітохондріальна (Mn-СОД)<sup>25</sup>. Цитохром С – це гемовмісний протеїн, що потребує наявності Феруму в середовищі. Окиснена форма цитохром С (Fe<sup>3+</sup>) виявляє потужні антиоксидантні властивості за рахунок більш ефективного, ніж СОД, окиснення супероксиданіону в молекулярний Оксиген<sup>26</sup>, тому являє собою маркер ефективності функціонування антиоксидантної системи мітохондрій. Вивільнення цього протеїну в цитоплазму – наслідок розвитку оксидативного стресу в клітині, активації пероксидазної активності комплексу цитохрому С із кардіоліпіном, що підвищує проникність мітохондріальної мембрани за рахунок або формування пор, або ініціації розкриття тимчасових пор проникності мембрани<sup>27</sup>. Цілісність мітохондріальної мембрани – це один із важливіших параметрів енергетичного обміну клітини.

Окрім того, методом катодної вольтамперометрії, зокрема процесом електровідновлення Оксигену (ЕВ О<sub>2</sub>), доведено, що гуміновий комплекс безпосередньо виявляє антиоксидантну або антирадикальну активність, тобто здатний нейтралізувати шляхом прямої взаємодії різні форми активного Оксигену та інші вільні радикали, які утворюються у процесі метаболізму. Зазначимо, що

---

<sup>24</sup> Donghong Li, Lei, Li at all Apoptosis of hela cells induced by a newtargeting photosensitizer-based PDT via a mitochondrial pathway and ER stress. *OncoTargets and Therapy*. 2015. № 8. P. 703–711.

<sup>25</sup> Sentman M.L., Granstrom M., Jakobson H. Phenotypes of mice lacking extracellular superoxide dismutase and copper- and zinc-containing superoxide dismutase. *Journal Biology Chemistry*. 2006. № 281. P. 6904–6909.

<sup>26</sup> Demin E.M., Proskurnina E.V., Vladimirov Y. Antioxidant effect of DHQ and rutin in peroxidase reactions catalyzed by cytochrom C. *Moscow University Bulletin Chemistry*. 2008. V. 49. № 3. P. 354–360.

<sup>27</sup> Donghong Li, Lei, Li at all Apoptosis of hela cells induced by a newtargeting photosensitizer-based PDT via a mitochondrial pathway and ER stress. *OncoTargets and Therapy*. 2015. № 8. P. 703–711 ; Vickers A.E.M. Characterization of Hepatic Mitochondrial Injury Induced by Fatty Acid Oxidation Inhibitors. *Toxicology pathology*. 2009. V. 37. № 1. P. 78–88 ; Begriche K., Massart J., Robin M.-A., Borgne-Sanchez A., Fromenty B. Drug-induced toxicity on mitochondria and lipid metabolism: Mechanistic diversity and deleterious consequences for the liver. *Journal of Hepatology*. 2011. № 54. P. 773–794.

такий ефект може дорівнювати або перевищувати дію аскорбінової кислоти і дигідрокверцетину<sup>28</sup>.

## **2. Аналіз існуючих методів вирішення проблеми та формулювання завдання для оптимального розвитку техніки**

### **2.1. Кров**

У роботі<sup>29</sup> наведено результати досліджень гематологічних та біохімічних показників сироватки крові піддослідних груп курчат-бройлерів, яким до основного раціону додавали кормову біологічно активну добавку гумінової природи.

Так, було доведено підвищення концентрації гемоглобіну в середньому на 7% та кількості еритроцитів на 11% ( $p < 0,01$ ) порівняно з контролем. Отримані дані свідчать про підвищену інтенсивність газообміну та поліпшення пристосування курчат до змін умов навколишнього середовища. За впливу Гуміліду показник гематокриту у крові дослідних курчат вірогідно збільшувався на 18,5%. При цьому індекси еритроцитів у курчат дослідної групи відрізнялися від контрольних так: середня концентрація гемоглобіну в еритроциті (МСНС) зменшувалася на 13% ( $p < 0,01$ ), середній об'єм еритроцитів (МСV) збільшувався на 10% ( $p < 0,01$ ), а середній уміст гемоглобіну в еритроциті (МСН) в обох групах птиці був приблизно на одному рівні та вірогідно не відрізнявся (у середньому становив 35%). У крові курчат дослідної групи відзначалася також тенденція до збільшення кількості лейкоцитів у середньому на 5,5% по відношенню до відповідного значення у курчат контрольної групи.

Також показано збільшення на 7% ( $p < 0,05$ ) вмісту загального білку у крові дослідних курчат на тлі дії Гуміліду. При цьому вірогідно збільшувався відсотковий уміст альбумінів та знижувався вміст глобулінів відповідно на 10% ( $p < 0,001$ ). Цей факт може свідчити про те, що за впливу Гуміліду на організм курчат відбувається активація синтезу альбумінів та одночасно

---

<sup>28</sup> Fedko I.V., Gostischeva M.V., Ismatova R.R. To a question about the use of biologically active humic substances in medicine. *Chemistry of plant raw materials*. 2005. № 1. P. 49–52.

<sup>29</sup> Михайленко Є.О. Гематологічні та біохімічні показники крові курчат-бройлерів при введенні до їх раціону біологічно активної кормової добавки «Гумілід» з водою. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2015. Т. 3. № 4. С. 132–135.

зменшується навантаження на імунну систему, про що свідчить вірогідне зменшення у крові птиці дослідної групи глобулінів.

У птиці сечова кислота є основним продуктом метаболізму азотовмісних сполук. Так, за умов дії Гуміліду її концентрація в крові курчат-бройлерів зменшується на 29% ( $p < 0,01$ ) відносно контрольної групи птахів. Також маркером інтенсивності білкового обміну є концентрація креатиніну в крові. Даний показник у тварин залежить від рівня накопичення м'язової маси та утворюється після процесу скорочення м'язів за рахунок протеолізу білків. Додавання до раціону птиці Гуміліду сприяло зниженню цього показника на 29% ( $p < 0,001$ ). Таким чином, результати зміни концентрації сечової кислоти та креатиніну свідчать про інтенсифікацію азотистого обміну в організмі дослідної птиці.

## 2.2. Печінка

Печінка як поліфункціональний орган потребує постійного контролю, особливо в умовах впливу зовнішніх чинників. Так, у дослідженнях<sup>30</sup> збагачення раціону курчат-бройлерів кросу Кобб 500 Гумілідом призводило до підвищення концентрації загального протеїну в гомогенаті печінки у середньому на 15% порівняно з контрольними значеннями. Водночас цей показник у цитозольній фракції печінки збільшувався на 45% ( $p < 0,01$ ). Отже, отримані дані свідчать про інтенсифікацію біосинтезу протеїну саме цитозольної фракції печінки, що підтверджується отриманими даними щодо підвищення концентрації загального протеїну в плазмі крові дослідних курчат-бройлерів у середньому на 7%.

У даному експерименті також було встановлено, що у курчат, які отримували Гумілід, значення активності АлАТ порівняно з контрольною групою було на 20% вищим. Можливо, у період активного росту (42 доби) відбувається активізація процесів трансамінування, а саме за рахунок аланіну та пірувату, які є активними учасниками глюконеогенезу у печінці та глікозо-аланінового циклу у м'язовій тканині, що узгоджується з даними про незначному зниженню активності АсАТ порівняно з курчатами контрольної групи. Таке зниження спостерігалось як у плазмі крові, так і у печінці. Ці факти можуть свідчити про переключення

---

<sup>30</sup> Вплив кормової добавки «Гумілід» на показники протеїнового і амінокислотного обмінів у курчат-бройлерів кросу Кобб 500 / Є.О. Михайленко та ін. *Біологія тварин*. 2016. № 4. С. 66–71.

процесу трансамінування з використання аспарагінової кислоти на аланін у обмінних процесах, що підтверджує літературні дані<sup>31</sup>.

Активність  $\gamma$ -глутамілтрансферази у цитозольній фракції печінки за умов впливу Гуміліду була вища на 17% ( $p < 0,05-0,01$ ), ніж у контрольній групі.

Отримані дані вказують на підвищення інтенсивності  $\gamma$ -глутамільного циклу транспорту амінокислот крізь плазматичну мембрану клітин печінки.

Одночасне підвищення активності АлАТ і кількості загального протеїну може вказувати на інтенсифікацію використання вільних амінокислот, більшою мірою для забезпечення синтезу протеїну та глюконеогенезу.

Визначення активності ЛФ у крові та цитозольній фракції печінки курчат-бройлерів кросу Кобб 500 показало, що активність цього ензиму дещо знижується в обох тканинах (на 5%) ( $p < 0,05-0,01$ ) порівняно з контрольною групою. Отже, отримані дані з активності ГТП і ЛФ, які є індикаторами стану гепатобіліарної тріади, вказують на її функціонування у нормі за умов випововання птиці розчином Гуміліду.

Відповідною реакцією клітини на потрапляння ксенобіотиків у цитоплазму є активація мікосомального окиснення, наслідком чого є утворення метаболітів, які за особливих умов можуть спровокувати утворення активних форм Оксигену<sup>32</sup>. До таких активних окиснених продуктів (ТБК-активних продуктів) відносять малоновий діальдегід, підвищення кількості якого є одним із маркерів оксидативного стресу в клітині. У дослідженнях<sup>33</sup> показано, що введення до раціону курчат-бройлерів Гуміліду сприяло незначному збільшенню кількості ТБК-активних продуктів

---

<sup>31</sup> Степченко Л.М. Биологически активные вещества гуминовой природы как регуляторы гомеостаза птицы. *Материалы VII Международной конференции «Radostim» «Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биорациональные пестициды в сельском хозяйстве»*. Минск, 2011. С. 164–167.

<sup>32</sup> Poyton R.O., Ball K.A., Castello P.R. Mitochondrial generation of free radicals and hypoxic signaling. *Trends Endocrinology Metabolism*. 2009. V. 20. № 7. P. 332–340 ; D'Alessandro A., Rinalducci S., Zolla L. Redox proteomics and drug development. *J. Proteomics*. 2011. V. 74. № 12. P. 2575–2595 ; Robert A.M., Robert L. Xanthine oxidoreductase, free radicals and cardiovascular disease. A critical review. *Pathology Oncology Research*. 2013. V. 20. № 1. P. 1–10.

<sup>33</sup> Ефективність антиоксидантної системи печінки бройлерів кросу Кобб-500 при виповованні природними біологічно активними добавками на основі гумінових речовин / Є.О. Михайленко та ін. *Вісник Державного аграрно-економічного університету*. 2016. Т. 4. № 42. С. 120–125.

у фракції розчинних протеїнів порівняно з показниками контрольної групи. Фактично надходження ксенобіотиків гумінової природи формувало відповідну реакцію клітин печінки.

Необхідно підкреслити, що таке підвищення кількості ТБК-активних продуктів у цитозольній фракції дослідних тварин порівняно зі значеннями контрольної групи може свідчити про реакцію клітин печінки на вплив ксенобіотичних речовин, які є субстратами для ензимів їхнього метаболізму і, як наслідок, утворення їхніх метаболітів.

Ураховуючи те, що дослідною рідиною була водорозчинна фракція печінки, яка містить найбільший відсоток цитозольних протеїнів та включає компоненти з усіх її клітин, підвищення кількості ТБК-активних продуктів може бути пояснено процесом біотрансформації гумінових кислот за рахунок ензимів, переважно локалізованих у клітинах Купфера, мікросомах та пероксисомах гепатоцитів.

Ефективність функціонування антиоксидантної системи залежить від активності її високомолекулярних компонентів, наявності та кількості низькомолекулярних. До основних оксидоредуктаз, які формують високомолекулярну антиоксидантну систему, належать супероксиддисмутаза та каталаза<sup>34</sup>.

Збагачення корму курчат-бройлерів кросу Кобб-500 Гумілідом<sup>35</sup> впливало на функціонування антиоксидантної системи захисту у цитозольній фракції печінкової тканини, яка представлена цитозольними протеїнами. На тлі використання Гуміліду спостерігали збільшення активності каталази на 37%, активність СОД при цьому варіювала в межах контрольної групи. Одночасно й кількість ТБК-активних продуктів у фракції розчинних білків дослідних тварин збільшувалася відносно контрольної групи. Сукупність цих фактів указує на активізацію антиоксидантної системи захисту та посилення адаптаційних процесів у печінці. Тобто для гумінових речовин, що є основою кормової добавки Гумілід, характерна адаптогенна активність.

---

<sup>34</sup> Guney Y., Bukan N., Dizman A., Hicsonmez A., Bilgihan A. Effects of two different high doses of irradiation on antioxidant system in the liver of guinea pigs. *Experimental Oncology*. 2004. V. 26. № 1. P. 71–74; Gülden M., Jess A., Kammann J., Maser E., Seibert H. Cytotoxicity of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in cell cultures: Impact of cell concentration and exposure time. *Free Radical Biology & Medicine*. 2010. № 49. P. 1298–1305.

<sup>35</sup> Ефективність антиоксидантної системи печінки бройлерів кросу Кобб-500 при впоюванні природними біологічно активними добавками на основі гумінових речовин / Є.О. Михайленко та ін. *Вісник Державного аграрно-економічного університету*. 2016. Т. 4. № 42. С. 120–125.

Результати дослідження підтверджуються літературними даними щодо інтенсифікації ензиматичної активності антиоксидантного захисту<sup>36</sup> за рахунок підвищення концентрації металів у печінці<sup>37</sup>, які входять до складу активних центрів металопротейнів: Zn – каталази, Mn (Cu/Zn) – супероксиддисмутази. Ураховуючи здатність гумінових речовин утворювати халатні сполуки, це забезпечує пролонговане використання мікроелементів у процесингу металопротейнів і в такий спосіб активізує ензими. Окрім того, гумінові сполуки, які входять до складу Гуміліду, виявляють антиоксидантні властивості<sup>38</sup> та можуть самостійно гальмувати утворення перекисів.

Одним із механізмів старіння та загибелі клітини внаслідок розвитку оксидативного стресу є утворення комплексу цитохрому С і кардіоліпіну на внутрішній мембрані мітохондрій та активізація пероксидазної активності даного комплексу. У результаті цього стимулюються окиснення ліпідів, дезорганізація мембрани і вивільнення цитохрому С у цитоплазму, що запускає реакцію апоптозу клітини<sup>39</sup>. Тому підвищення концентрації цитохрому С у водорозчинній фракції печінки є чинником, який указує на рівень оксидативного стресу. У курчат, які отримували з водою природний антиоксидант гумінової природи, вміст цитохрому С у цитозольній фракції печінки знизився в середньому на 12%<sup>40</sup>.

---

<sup>36</sup> Бучко О.М. Вільнорадикальні процеси в організмі поросят за дії гумінової добавки. *Біологія тварин*. 2013. V. 1. № 15. P. 27–33.

<sup>37</sup> Степченко Л.М. Механізми формування біопродукції у быстросластущей птици под впливом препаратів гумінової природи. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2005. № 2. С. 237–241; Скорик М.В. Взаимосвязь функционального состояния эритроцитов и микроэлементов в печени кур-несушек под влиянием гуминовых кормовых добавок различного происхождения. *Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии имени С.З. Гжицького*. 2008. Т. 10. № 3(38)2. С. 190–197.

<sup>38</sup> Fedko I.V., Gostischeva M.V., Ismatova R.R. To a question about the use of biologically active humic substances in medicine. *Chemistry of plant raw materials*. 2005. № 1. P. 49–52.

<sup>39</sup> Demin E.M., Proskurnina E.V., Vladimirov Y. Antioxidant effect of DHQ and rutin in peroxidase reactions catalyzed by cytochrom C. *Moscow University Bulletin Chemistry*. 2008. V. 49. № 3. P. 354–360 ; Hüttemann M., Pecina P., Rainbolt M., Sanderson T.H., Kagan V.E., Samavati L., Doan J.W., Lee I. The multiple functions of cytochrome c and their regulation in life and death decisions of the mammalian cell: From respiration to apoptosis. *Mitochondrion*. 2011. № 11. P. 369–381.

<sup>40</sup> Ефективність антиоксидантної системи печінки бройлерів кросу Кобб-500 при випоюванні природними біологічно активними добавками на основі гумінових речовин / Є.О. Михайленко та ін. *Вісник Державного аграрно-економічного університету*. 2016. Т. 4. № 42. С. 120–125.



Тобто представлені дані вказують на відсутність оксидативного стресу в умовах застосування Гуміліду.

Незважаючи на збільшення кількості ТБК-активних продуктів у цитозольній фракції печінки, вивільнення цитохрому С з мітохондрій у цитозоль не відбувалося.

Можливо, застосування Гуміліду гальмує в печінці курчат-бройлерів пероксидазну активність комплексу цитохрому С і кардіоліпіну, що уповільнює процеси старіння та загибелі клітин організму в цілому, зокрема печінки. До того ж Гумілід є джерелом Феруму, який входить до складу гему цитохрому С, і, отже, інтенсивніше відбувається його процесинг і закорювання у внутрішню мітохондріальну мембрану. Результати дослідження вказують і на залучення до процесу антиоксидантного захисту інших компонентів антиоксидантної системи, як низькомолекулярних, так і високомолекулярних, під впливом гумінових речовин.

### 2.3. М'язи

Протеїновий обмін є індивідуальним показником, який відображує загальний метаболічний статус усього організму, є пріоритетним, первинним, широко специфічним та забезпечує вуглеводний та ліпідний обміни<sup>41</sup>. Тому контроль над станом протеїнового обміну в м'язах швидкозростаючих курчат бройлерного типу є важливим етапом їх вирощування та контролю якості істівного м'яса<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Derho M.A., Kolesnik E.A. Correlation of weight gain and the preservation of broilers ISA-15 cross-country with the level of blood biochemical parameters. *Agricultural Vestnik Urals*. 2011. № 3. P. 27–29.

<sup>42</sup> Степченко Л.М. Регуляторні механізми дії біологічно активних речовин гумінової природи на організм продуктивної птиці. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 2. С. 306; Торшков А.А. Влияние арабиногалактана на продуктивные качества цыплят-бройлеров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2010. Т. 3. № 27(1). С. 203–220 ; Domínguez-Negrete A., Gómez-Rosales S., Angeles M.D., López-Hernández L.H., Reis-de Souza T.C., López-García Y., Zavala-Franco A., Téllez-Isaias G. Effect of the Addition of Humic Substances as Growth Promoter in Broiler Chickens Under Two Feeding Regimens. *Animals*. 2019. P. 9; Скорик М.В. Взаимосвязь функционального состояния эритроцитов и микроэлементов в печени кур-несушек под влиянием гуминовых кормовых добавок различного происхождения. *Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии имени С.З. Гжищого*. 2008. Т. 10. № 3(38)2. С. 190–197; Степченко Л.М. Биологически активные вещества гуминовой природы как регуляторы гомеостаза птицы. *Материалы VII Международной конференции «Radostim» «Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биорациональные пестициды в сельском хозяйстве»*. Минск, 2011. С. 164–167; Михайленко Е.А., Грибан В.Г., Степченко Л.М. Особенности белкового обмена у цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 при включении в рацион Гумилица. *Сборник тезисов: Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения в сельском хозяйстве*. Москва. 2014. С. 55–58.

У гомогенаті м'язової тканини відбувалося незначне збільшення (у межах 10%) загальної кількості протеїну під час застосування біологічно активної добавки Гумілід<sup>43</sup>, у цитозольній фракції цей показник збільшувався на 20%, що вказує на стимуляцію гуміновими речовинами синтезу саме цитозольних протеїнів, які безпосередньо приймають участь у метаболічних процесах. Відомий факт, що у білих м'язах міститься незначна кількість мітохондрій, тому синтез АТР переважно відбувається за рахунок гліколізу.

Додавання до питної води курчат Гуміліду призводило до збільшення загального протеїну у мітохондріальній фракції майже на 20%, що може свідчити про збільшення кількості мітохондрій у міоцитах. Таким чином, гумінові речовини здатні стимулювати формування хондріому білих м'язів курчат-бройлерів та активізувати процеси енергозабезпечення, до яких залучені мітохондрії.

Також у даному експерименті було доведено, що за дії Гуміліду у цитозольній фракції відбувається підвищення активності АсАТ на 25% порівняно з контрольною групою птахів, у мітохондріальній фракції спостерігали незначне зростання активності ензиму. Отже, це свідчить про те, що у білих м'язах курчат-бройлерів АсАТ приймає участь у постачанні субстратів для синтезу цитозольних протеїнів, а речовини гумінової природи стимулюють цей процес.

Особливої уваги заслуговує суттєве підвищення, майже у три рази, активності АлАТ у м'язовій тканині курчат-бройлерів за додавання у питну воду біологічно активної добавки Гумілід. Така зміна вказує на інтенсифікацію глюкозо-аланінового циклу, а саме перетворення пірувату, який є основним продуктом гліколізу у білих м'язах, на нешкідливу його транспортну форму – аланін.

У подальшому аланін може бути використаний для синтезу протеїну у м'язах або синтезу глюкози у печінці завдяки роботі глюкозо-аланінового циклу.

Також важливу роль в обміні протеїнів відіграє мембранопов'язаний ензим  $\gamma$ -глутамілтранспептидаза (ГТП, КФ 2.3.2.2.), який каталізує перенесення  $\gamma$ -глутамільної групи внутрішньоклітинного трипептида глутатіону на транспортовану амінокислоту і подальше

---

<sup>43</sup> Myhaylenko E.O., Dyomshyna O.O., Stepchenko L.M. Protein and amino acid metabolism in the muscles of broiler chickens Cobb500 during thearment feed additive «Humilid». *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2017. № 19. P. 110–116.

перенесення комплексу в клітину і, таким чином, забезпечує транспортування амінокислот та обмін глутатіону.

У тому ж експерименті<sup>44</sup> доведено, що у цитозольній фракції м'язової тканини відбувається надзвичайне підвищення активності ГТП за умов застосування препарату гумінової природи. Інша картина спостерігалася в мітохондріальній фракції, де за експериментальних умов відбувалася активізація ГТП майже у два рази. По-перше, це вказує на активізацію транспорту амінокислот, які необхідні для синтезу протеїнів мітохондрій і, як наслідок, підвищення енергоефективності клітин. По-друге, мітохондрії – основне місце використання та запасання глутатіону у клітині<sup>45</sup>, у транспортуванні якого безпосередньо приймає участь ГТП. Окрім того, у роботі<sup>46</sup> показано підвищення кількості глутатіону у крові та еритроцитах під впливом препаратів на основі гумінових речовин.

Отже, отримані дані вказують на інтенсифікацію процесів дихання клітини, що підвищує енергетичний потенціал, та адаптаційних процесів в умовах впливу гумінових речовин у складі Гуміліду.

Лактатдегідрогеназа (ЛДГ, КФ 1.1.1.27) – ензим, який приймає участь у вуглецевому обміні та процесах забезпечення енергією клітин, особливо в анаеробних умовах, фізичних навантаженнях і за інтенсивного росту.

Перебуваючи на перетині шляхів метаболізму вуглеводів, ЛДГ бере участь у регуляції тонко збалансованого катаболізму та анаболізму, анаеробного і аеробного гліколізу<sup>47</sup>. Відомо, що існує п'ять ізоферментів ЛДГ. У м'язах присутня ізоформа ЛДГ5

---

<sup>44</sup> Myhaylenko E.O., Dyomshyna O.O., Stepchenko L.M. Protein and amino acid metabolism in the muscles of broiler chickens Cobb500 during thearment feed additive «Humilid». Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies 2017. № 19. P. 110-116

<sup>45</sup> Hall A.G. The role of glutathione in the regulation of apoptosis. *European Journal of Clinical Investigation*. 1999. № 29. P. 238–245.

<sup>46</sup> Скорик М.В. Взаимосвязь функционального состояния эритроцитов и микроэлементов в печени кур-несушек под влиянием гуминовых кормовых добавок различного происхождения, *Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии имени С.З. Гжицкого*. 2008. Т. 10. № 3(38)2. С. 190–197.

<sup>47</sup> Xu K.Y., Becker L.C. Ultrastructural localization of glycolytic enzymes on sarcoplasmic reticulum vesicles. *J. Histochem. Cytochem*. 1998. V. 46. № 4. P. 419–427.

(ММММ субодиниці)<sup>48</sup>, яка виявляє високу спорідненість до пірувату та перетворює його у лактат за умов зниження концентрації кисню у клітині. Співвідношення активності ЛДГ/АлАТ указує на інтенсивність анаеробно/аеробного гліколізу та способу використання глюкози м'язами та швидкість її відновлення у печінці і, як наслідок, ефективність забезпечення м'язів енергією. Так, у дослідженні<sup>49</sup> було встановлено, що в контрольній групі курчат співвідношення активності ЛДГ/АлАТ у цитозольній фракції становило 17/1, а застосування Гуміліду призводило до зниження співвідношення до значення 6/1, що вказує на переключення метаболізму пірувату на глюкозо-аланіновий цикл. У мітохондріальній фракції контрольної групи співвідношення активності ЛДГ/АлАТ становило 8/1, а в експериментальній групі цей показник підвищувався до значення 14/1, що вказує на більш значущу роль ЛДГ у метаболічних процесах у мітохондріях. Особливого значення отримані дані набувають для білих м'язів, які є збіднілими на мітохондрії, а застосування Гуміліду стимулює превалювання шляху перетворення глюкози на піруват, який в умовах активації АлАТ перетворюється на аланін. Також цей факт підтверджується активізацією АлАТ у печінці курчат-бройлерів за умов їх вигодовування Гумілідом<sup>50</sup>.

Речовини, які здатні корегувати у білих м'язах процес перетворення пірувату у його менш токсичну транспортну форму – аланін порівняно з лактатом, є перспективними регуляторами метаболічних процесів.

## ВИСНОВКИ

Базуючись на результатах власних досліджень, можна зробити висновки про ефективність застосування кормової біологічно активної добавки Гумілід під час вирощування курчат-бройлерів кросу Cobb 500. По-перше, позитивний вплив як на морфологічні, так

---

<sup>48</sup> Зимин Ю.В., Сяткин С.П., Березов Т.Т. Надмолекулярная регуляция активности некоторых оксидоредуктаз клетки в норме и патологии. *Вопросы медицинской химии*. 2001. V. 47. № 3. P. 279–287.

<sup>49</sup> Myhaylenko E.O., Dyomshyna O.O., Stepchenko L.M. Protein and amino acid metabolism in the muscles of broiler chickens Cobb500 during thearment feed additive «Humilid». *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2017. № 19. P. 110–116.

<sup>50</sup> Вплив кормової добавки «Гумілід» на показники протеїнового і амінокислотного обміну у курчат-бройлерів кросу Кобб 500 / Є.О. Михайленко та ін. *Біологія тварин*. 2016. № 4. С. 66–71.

і на біохімічні показники крові: підвищення вмісту гемоглобіну у крові на 7%, зростання кількості еритроцитів та гематокриту на 11% та 18,5% відповідно без зміни загальних характеристик лейкоцитів; збільшення вмісту загального білку на 7% за збільшення відсоткового вмісту альбумінів та зниження вмісту глобулінів відповідно на 10%; зменшується вміст сечової кислоти та концентрація креатиніну порівняно з контрольною групою птахів. По-друге, про інтенсифікацію біосинтетичних процесів, процесів трансамінування, глюконеогенезу та глюкозо-аланінового циклу; переключення процесу трансамінування з використання аспарагінової кислоти на аланін в обмінних процесах в інтенсивний період розвитку;  $\gamma$ -глутамільного циклу в печінці та м'язах птахів. По-третє, доведено антиоксидантні та адаптогенні властивості гумінових речовин у складі Гуміліду, що забезпечує більшу пристосованість курчат-бройлерів кросу Cobb 500 за умов інтенсивного росту.

## АНОТАЦІЯ

Техногенне забруднення навколишнього середовища, підвищення захворюваності сільськогосподарських птахів та, як наслідок, зниження продуктивності у тваринництві потребують пошуку шляхів подолання таких негативних наслідків. Одним із таких є застосування кормових біологічно активних добавок гумінової природи, тому існує необхідність подальших досліджень в даному напрямі.

## Література

1. Степченко Л.М. Механізми формування біопродукції у быстрорастущей птиці под впливом препаратів гумінової природи. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2005. № 2. С. 237–241.
2. Šamudovská A., Demeterová M. Effect of diet supplemented with natural humic compounds and sodium humate on performance and selected metabolic variables in broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno*. 2010. № 79. P. 385-393. URL: <https://doi.org/10.2754/avb201079030385>.
3. Быков А.В., Быкова Л.А., Рахматуллин Ш.Г. Биохимические и морфологические изменения в крови птицы под воздействием кормового фактора. *Вестник мясного скотоводства*. 2012. Т. 4. № 78. С. 78–81.

4. Олива Т.В., Горшков Г.И. Использование препарата «Селексен» при выращивании цыплят-бройлеров. *Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки»*. 2013. № 1. С. 28–33.

5. Semjon, B., Marcinčáková D., Koréneková B., Bartkovský M., Nagy J., Turek P., Marcinčák S. Multiple factorial analysis of physicochemical and organoleptic properties of breast and thigh meat of broilers fed a diet supplemented with humic substances. *Poultry Science*. 2020. № 99. P. 1750-1760. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.012>.

6. Степченко Л.М. Регуляторні механізми дії біологічно активних речовин гуминової природи на організм продуктивної птиці. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 2. С. 306.

7. Торшков А.А. Влияние арабиногалактана на продуктивные качества цыплят-бройлеров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2010. Т. 3. № 27(1). С. 203–220.

8. Domínguez-Negrete A., Gómez-Rosales S., Angeles M.D., López-Hernández L.H., Reis-de Souza T.C., López-García Y., Zavala-Franco A., Téllez-Isaias G. Effect of the Addition of Humic Substances as Growth Promoter in Broiler Chickens Under Two Feeding Regimens. *Animals*. 2019. P. 9. URL: <https://doi.org/10.3390/ani9121101>.

9. Скорик М.В. Взаимосвязь функционального состояния эритроцитов и микроэлементов в печени кур-несушек под влиянием гуминовых кормовых добавок различного происхождения, *Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии имени С.З. Гжицкого*. 2008. Т. 10. № 3(38)2. С. 190–197.

10. Степченко Л.М. Биологически активные вещества гуминовой природы как регуляторы гомеостаза птицы. *Материалы VII Международной конференции «Radostim» «Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биорациональные пестициды в сельском хозяйстве»*. Минск, 2011. С. 164–167.

11. Галузіна Л.І. Вплив кормової добавки «Гумілід» на кількісні та якісні показники м'ясної продуктивності страусів. *Науково-технічний бюлетень. Інститут біології тварин*. 2012. Т. 13. № 1–2. С. 137–142.

12. Михайленко Є.О. Гематологічні та біохімічні показники крові курчат-бройлерів при введенні до їх раціону біологічно активної

кормової добавки «Гумілід» з водою. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2015. Т. 3. № 4. С. 132–135.

13. Вплив кормової добавки «Гумілід» на показники протеїнового і амінокислотного обмінів у курчат-бройлерів кросу Кобб 500 / Є.О. Михайленко та ін. *Біологія тварин*. 2016. № 4. С. 66–71.

14. Ефективність антиоксидантної системи печінки бройлерів кросу Кобб-500 при впоюванні природними біологічно активними добавками на основі гумінових речовин / Є.О. Михайленко та ін. *Вісник Державного аграрно-економічного університету*. 2016. Т. 4. № 42. С. 120–125.

15. Buchko O., Havryliak V. Effect of the Supplement of Humic Origin on the Free Radical Processes and Histological Changes in the Tissues of Rats Affected by Chromium (VI). *Biointerface Research in Applied Chemistry*. (2021). V. 11, № 3, P. 10996–11008. URL: <https://doi.org/10.33263/BRIAC113.1099611008>.

16. Stepchenko L., Dyomshyna O., Ushakova G. The impact of the humate nature feed additives on the antioxidative status of erythrocytes, liver, and muscle in chickens, hens, and gerbils. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2021. 11(5). P. 13202–13213. URL: <https://doi.org/10.33263/BRIAC115.1320213213>.

17. Степченко Л.М., Шульга О.В. Склад ліпідів гепатоцитів молодих щурів за умов аліментарного впливу гідрогумата. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2006. № 1. 86–89.

18. Функціональний стан організму продуктивної птиці за дії гідрогумату / Л.М. Степченко та ін. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2008. № 2. С. 99–103.

19. Приходченко В.О., Гладка Н.І. Ефективність використання біологічно активної кормової добавки гумісол в раціонах курчат-бройлерів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2013. Т. 15. № 3(57)3. С. 185–191.

20. Disethle A.R.P., Marume U., Mlambo V., Hugo A. Effects of dietary humic acid and enzymes on meat quality and fatty acid profiles

of broiler chickens fed canola-based diets. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019. № 32. P. 711–720. URL: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0408>.

21. Степченко Л.М., Жорина Л.В., Кравцова Л.В. Влияние гумата натрия на обмен веществ и резистентность высокопродуктивной птицы. *Научные доклады высшей школы. Биологические науки*. 1991. № 10. С. 90–95.

22. Степченко Л.М., Грибан В.Г. Щодо механізму дії препаратів гумусової природи на організм тварин та птиці. *Ветеринарна медицина України*. 1997. №7. С. 34.

23. Степченко Л.М., Лосева Є.О., Скорик М.В. Фізіологічні аспекти подовження продуктивності курей-несучок за впливу гідрогумату. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 3. С. 305–306.

24. Михайленко Е.А., Грибан В.Г., Степченко Л.М. Особенности белкового обмена у цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 при включении в рацион Гумилада. *Сборник тезисов: Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения в сельском хозяйстве*. Москва, 2014. С. 55–58.

25. Сертифікат якості на кормову добавку «Гумілід» ТУ У 15.7-00493675 004 2009.

26. Žatko D., Vašková J., Vaško L., Patlevič P. The effect of humic acid on the content of trace element in Mitochondria. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 2014. № 9. P. 315–319. URL: <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2014.315.319>.

27. Serova D., Taran O., Dyomshina O. Biological activity of humic substances in the liver of Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Biosystems Diversity*. 2016. № 24. P. 410–415. URL: <https://doi.org/10.15421/011655>.

28. Dyomshina O.O., Ushakova G.O., Stepchenko L.M. The effect of biologically active feed additives of humilid substances on the antioxidant system in liver mitochondria of gerbils. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2017. V. 8. № 2. P. 185-190. URL: <https://doi.org/10.15421/021729>.

29. Перминова И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века. *Химия и жизнь*. 2008. № 1.

30. Myhaylenko E.O., Dyomshyna O.O., Stepchenko L.M. Protein and amino acid metabolism in the muscles of broiler chickens Cobb500



during thearment feed additive «Humilid». *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicin e and Biotechnologies* 2017. № 19. P. 110–116. URL: <https://doi.org/10.15421/nvlvet7725>.

31. Vorobyov A.V., Lapushkina M.A. Biochemical parameters of broiler chickens in the application of an immunostimulant. *Journal of veterinary Medicine*. 2012. V. 63. № 4. P. 132–133.

32. Kotovich I.V. Activity of test serum enzymes in age aspect, and its association with body weight of broiler chickens. *Veterinary pathology*. 2005. № 2. P. 55–59.

33. Derho M.A., Kolesnik E.A. Correlation of weight gain and the preservation of broilers ISA-15 cross-country with the level of blood biochemical parameters. *Agricultural Vestnik Urals*. 2011. № 3. P. 27–29.

34. Бірта Г.О., Бургу Ю.Г. Товарознавство м'яса : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2011. 164 с.

35. Guney Y., Bukan N., Dizman A., Hicsonmez A., Bilgihan A. Effects of two different high doses of irradiation on antioxidant system in the liver of guinea pigs. *Experimental Oncology*. 2004. V. 26. № 1. P. 71–74.

36. Galochkin V.A., Galochkina V.P., Ostrienko K.S. Development of the oretical bases and thecreation of a new anti-stress drugs pokoloeniya for live stock. *Agricultural biology*. 2009. № 2. P. 43–54.

37. Gülden M., Jess A., Kammann J., Maser E., Seibert H. Cytotoxicpotency of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in cell cultures: Impact of cell concentration and exposure time. *Free Radical Biology & Medicine*. 2010. № 49. P. 1298–1305.

38. Surai P.F., Kochish I.I., Fisinin V.I., Kidd M.T. Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. *Antioxidants*. 2019. № 8. P. 235. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox8070235>.

39. Poyton R.O., Ball K.A., Castello P.R. Mitochondrial generation of free radicals and hypoxic signaling. *Trends Endocrinology Metabolism*. 2009. V. 20. № 7. P. 332–340.

40. D'Alessandro A., Rinalducci S., Zolla L. Redox proteomics and drug development. *J. Proteomics*. 2011. V. 74. № 12. P. 2575–2595.

41. Robert A.M., Robert L. Xanthine oxido-reductase, free radicals and cardiovascular disease. A critical review. *Pathology Oncology Research*. 2013. V. 20. № 1. P. 1–10.

42. Shmarakov I.O., Borschovetska V.L., Marchenko M.N. Features generation of reactive oxygen and nitrogen acute hepatotoxicity. *Visnyk Dnipropetrovsk University Seriya Biology Ekology*. 2014. V. 22. № 1. P. 3–7.
43. Sentman M.L., Granstrom M., Jakobson H. Phenotypes of mice lacking extracellular superoxide dismutase and copper- and zinc-containing superoxide dismutase. *Journal Biology Chemistry*. 2006. № 281. P. 6904–6909.
44. Donghong Li, Lei, Li at al. Apoptosis of hela cells induced by a newtargeting photosensitizer-based PDT via a mitochondrial pathway and ER stress. *OncoTargets and Therapy*. 2015. № 8. P. 703–711.
45. Demin E.M., Proskurnina E.V., Vladimirov Y. Antioxidant effect of DHQ and rutin in peroxidase reactions catalyzed by cytochrom C. *Moscow University Bulletin Chemistry*. 2008. V. 49. № 3. P. 354–360.
46. Vickers A.E.M. Characterization of Hepatic Mitochondrial Injury Induced by Fatty Acid Oxidation Inhibitors. *Toxicology pathology*. 2009. V. 37. № 1. P. 78–88.
47. Begriche K., Massart J., Robin M.-A., Borgne-Sanchez A., Fromenty B. Drug-induced toxicity on mitochondria and lipid metabolism: Mechanistic diversity and deleterious consequences for the liver. *Journal of Hepatology*. 2011. № 54. P. 773–794.
48. Fedko I.V., Gostischeva M.V., Ismatova R.R. To a question about the use of biologically active humic substances in medicine. *Chemistry of plant raw materials*. 2005. № 1. P. 49–52.
49. Бучко О.М. Вільнорадикальні процеси в організмі поросят за дії гумінової добавки. *Біологія тварин*. 2013. V. 1. № 15. P. 27–33.
50. Hüttemann M., Pecina P., Rainbolt M., Sanderson T.H., Kagan V.E., Samavati L., Doan J.W., Lee I. The multiple functions of cytochrome c and their regulation in life and death decisions of the mammalian cell: From respiration to apoptosis. *Mitochondrion*. 2011. № 11. P. 369–381. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mito.2011.01.010>.
51. Hall A.G. The role of glutathione in the regulation of apoptosis. *European Journal of Clinical Investigation*. 1999. № 29. P. 238–245.
52. Xu K.Y., Becker L.C. Ultrastructural localization of glycolytic enzymes on sarcoplasmic reticulum vesticles. *J. Histochem. Cytochem*. 1998. V. 46. № 4. P. 419–427.

53. Зимин Ю.В., Сяткин С.П., Березов Т.Т. Надмолекулярная регуляция активности некоторых оксидоредуктаз клетки в норме и патологии. *Вопросы медицинской химии*. 2001. V. 47. № 3. P. 279–287.

**Information about the authors:**

**Stepchenko Liliya Mykhaylivna,**

Candidate of Biological Sciences, Professor,  
Head of the Department of Physiology and Biochemistry  
of Farm Animals  
Dnipro State Agrarian-Economic University  
25, Sergey Efremov str., Dnipro, 49027, Ukraine

**Dyomshyna Olha Oleksandrivna,**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Biochemistry and Physiology  
Oles Honchar Dnipro National University  
72, Gagarin avenue, Dnipro, 49010, Ukraine

**Ushakova Halyna Oleksandrivna,**

Doctor of Biological Sciences, Professor,  
Head of the Department of Biochemistry and Physiology  
Oles Honchar Dnipro National University  
72, Gagarin avenue, Dnipro, 49010, Ukraine