
ВПЛИВУ ДОБАВОК ЛІТІЮ В КОМБІКОРМИ НА ОБМІН РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ МОЛОДНЯКА ГУСЕЙ

Соболев О. І., Петришак Р. А., Косіор Л. Т.
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-695-9-6>

ВСТУП

М'ясне птахівництво є найбільш динамічною галуззю аграрного сектора економіки, здатною у найближчі роки докорінно поліпшити забезпечення населення світу високоякісними дієтичними продуктами харчування та зміцнити продовольчу безпеку багатьох держав. Світовий сектор птахівництва має щорічну стійку тенденцію до зростання, оскільки попит на його продукцію обумовлений збільшенням чисельності населення, ростом доходів та урбанізацією. Подальший розвиток птахівництва може призвести до відкриття нових робочих місць у технологічно пов'язаних суміжних галузях, зокрема, комбикормовій, переробній та харчовій і, як наслідок, сприятиме частковому вирішенню проблеми безробіття у світі^{1, 2}.

Не дивлячись на значний прогрес у виробництві продукції, питання підвищення продуктивності сільськогосподарської птиці, ефективності використання кормів, покращення якості продукції залишаються актуальними для галузі птахівництва і розробляється у різних аспектах – фізіологічному, генетичному, ветеринарному та зоотехнічному. Наукові дослідження, як правило, тісно пов'язуються з практичними завданнями, зокрема, з удосконаленням технологій вирощування, систем годівлі та утримання, ветеринарно-профілактичних заходів, способів підготовки та транспортування птиці на забій тощо.

Серед численних елементів технологічного процесу, що забезпечують високу життєдіяльність сільськогосподарської птиці та максимальну реалізацію її генетичного потенціалу, а також раціональне використання

¹ Mottet A., Tempio G. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*. 2017. Vol. 7, № 2. P. 245–256. DOI: 10.1017/S0043933917000071.

² Poultry farming industry contribution in the world economy / M. Naushad et. al. 2021. DOI: 10.13140/RG.2.2.22054.86081.

кормових ресурсів, важлива роль відводиться повноцінній годівлі, яка передбачає повне задоволення індивідуальної потреби птиці в обмінній енергії, основних поживних і біологічно активних речовинах^{3,4}.

Сьогодні зоотехнічна наука збагатилася даними, які дозволяють твердити, що подальше поліпшення якості годівлі різних видів сільськогосподарської птиці має бути пов'язано не стільки зі збільшенням норми обмінної енергії та основних поживних речовин у комбікормах, скільки з підвищенням їх біологічної цінності.

Сучасні комбікорми для сільськогосподарської птиці неможливо уявити без відповідних добавок мікроелементів. Результати чисельних наукових досліджень переконливо доводять, що забезпечення сільськогосподарської птиці оптимальною кількістю мікроелементів дозволяє не тільки покращити перетравність і засвоєння поживних речовин корму в організмі, забезпечити нормальне функціонування імунної системи та підвищити продуктивні якості, але й знизити втрати продукції^{5,6}.

Мікроелементи в організмі сільськогосподарської птиці на біологічному, хімічному і молекулярному рівнях виконують унікальні структурні, фізіологічні, каталітичні та регуляторні функції. Вони активують дію багатьох ферментів, гормонів та інших біологічно активних речовин і тим самим опосередковано впливають на перебіг важливих фізіолого-біохімічних реакцій в організмі. У складі біокаталізаторів вони беруть участь в окисно-відновних процесах, кровотворенні, диханні, обміні білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин, біосинтезі антитіл, стабілізації цілісності клітинних структур, нейтралізують і посилюють виведення важких металів із організму^{7, 8, 9}.

Мікроелементи не можуть бути синтезовані в організмі чи замінені іншими речовинами, і тому основним джерелом надходження їх в організм

³ Tufarelli V., Ragni M., Laudadio V. Feeding forage in poultry: a promising alternative for the future of production systems. *Agriculture*. 2018. Vol. 8, № 6. P. 81. DOI: 10.3390/agriculture8060081.

⁴ Dei H. K. Advances in poultry nutrition research-a review. *IntechOpen*, 2021. 214 p. DOI: 10.5772/intechopen.95990.

⁵ Role of trace elements in animals: a review / M. I. Yattoo et. al. *Veterinary World*. 2013. Vol. 6, № 12. P. 963–967. DOI: 10.14202/vetworld.2013.963-967.

⁶ Inclusion of complexed trace minerals enhance performance of broiler chickens / S. P. Macelline et. al. *Journal of Applied Poultry Research*. 2024. Vol. 33, № 4. P. 100465. DOI: 10.1016/j.japr.2024.100465.

⁷ Trace mineral nutrition in poultry and swine / J. D. Richards et. al. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2010. Vol. 23, № 11. P. 1527–1534. DOI: 10.5713/ajas.2010.r.07.

⁸ Hassan S., Hassan F. U., Rehman M. S. "Nano-particles of trace minerals in poultry nutrition: potential applications and future prospects." *Biological trace element research*. 2020. Vol. 195, № 2. P. 591–612. DOI: 10.1007/s12011-019-01862-9.

⁹ Effects of different trace elements and levels on nutrients and energy utilization, antioxidant capacity, and mineral deposition of broiler chickens / G. Lv et. al. *Agriculture*. 2023. Vol. 13, № 7. P. 1369. DOI: 10.3390/agriculture13071369.

птиці є корми. Мікроелементи вводяться до складу комбікормів для птиці у вигляді гарантованих добавок, без урахування вмісту їх у компонентах комбікорму¹⁰.

Діючи в Україні деталізовані норми годівлі передбачають обов'язкове введення в комбікорми для різних видів сільськогосподарської птиці тільки семи мікроелементів (Fe, Zn, Mn, Cu, I, Co, Se)¹¹. Проте, на думку вчених, перелік мікроелементів, які використовуються у складі комбікормів для різних видів сільськогосподарської птиці, явно недостатній.

1. Біологічна роль літію та використання його у птахівництві

Останніми роками у багатьох країнах світу проводяться прикладні дослідження щодо визначення фізіологічної потреби птиці у мінеральних елементах, які раніше не враховувалися у раціонах, але, як доведено, справляють позитивний вплив на її організм. До таких біоелементів, що, на думку вчених, підлягають обов'язковому нормуванню, належить і літій¹².

За класифікацією, що ґрунтується на біологічній ролі мікроелементів для живих організмів та широко використовується у біохімії та фізіології, літій відноситься до групи умовно-есенціальних елементів¹³. Проте, сьогодні він розглядається вченими як “серйозний кандидат на есенціальність”¹⁴.

Чисельні експериментальні дослідження проведені на різних видах сільськогосподарських тварин і птиці переконливо довели, що літій є біогенним ультрамікроелементом з широким спектром фізіологічних і біохімічних ефектів^{15,16}.

¹⁰ Vitamins and minerals in poultry / E. Öztürk et. al. Ankara : Iksad Publications, 2024. 354 p. DOI: 10.5281/zenodo.13984263.

¹¹ Ефективна годівля сільськогосподарської птиці / Н. І. Братишко та ін. ; за ред. І. А. Іонова. Київ : Аграрна наука, 2013. 210 с.

¹² Грибанова А. А., Соболев О. І. Продуктивні якості гусенят, що вирощуються на м'ясо за використання у комбікормах добавок Літію. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. № 1. С. 145–149.

¹³ A review on role of essential trace elements in health and disease / L. Prashanth et. al. *Journal Dr. NTR University of Health Sciences*. 2015. Vol. 4, № 2. P. 75–85. DOI: 10.4103/2277-8632.158577.

¹⁴ Bauer M., Gitlin M. Lithium and its history. The essential guide to lithium treatment. Springer Cham, 2016. P. 25–31. DOI: 10.1007/978-3-319-31214-9_3.

¹⁵ Towards a unified understanding of lithium action in basic biology and its significance for applied biology / E. Jakobsson et. al. *The Journal of membrane biology*. 2017. Vol. 250, № 6. P. 587–604. DOI: 10.1007/s00232-017-9998-2.

¹⁶ Roux M., Dosseto A. From direct to indirect lithium targets: a comprehensive review of omics data. *Metallomics*. 2017. Vol. 9, № 10. P. 1326–1351. DOI: 10.1039/c7mt00203c.

Він володіє антивірусними¹⁷, антимікробними¹⁸, антиметастатичними¹⁹, протипухлинними²⁰, антистресовими²¹, радіозахисними²², імуномодуючими²³ та антиоксидантними²⁴ властивостями. Існують прямі клінічні докази впливу Літію на остеогенез²⁵.

Біохімічні механізми дії Літію багатофакторні і пов'язані з дією багатьох ферментів, гормонів, вітамінів та транскрипцією генів, що регулюють ріст і розвиток. Сьогодні біохімічні ефекти та механізми дії солей Літію інтенсивно вивчаються, але залишаються поки що не до кінця з'ясованими²⁶.

Літій вже давно з успіхом використовуються у медицині, як ефективний засіб для лікування та профілактики багатьох хвороб, зокрема, афективних біполярних розладів, у маніакальній та депресивній фазах, деменції, хвороби Альцгеймера, хвороби Паркінсона та Хантингтона, деяких видів раку та інших^{27, 28}.

Відкриття біологічних властивостей Літію стало підставою для використання його й у ветеринарній та зоотехнічній практиці. У ветеринарії препарати Літію з успіхом використовуються для лікування різних захворювань тварин, зокрема,

¹⁷ Antiviral effect of lithium chloride on replication of avian leukosis virus subgroup J in cell culture / K. Qian et al. *Archives of Virology*. 2018. Vol. 163, № 4. P. 987–995. DOI: 10.1007/s00705-017-3692-7.

¹⁸ Stachelska M. A. Inhibitory properties of lithium, sodium and potassium o-, m- and p-coumarates against *Escherichia coli* O157:H7. *Acta scientiarum polonorum. Technologia alimentaria*. 2015. Vol. 14, № 1. P. 77–84. DOI: 10.17306/J.AFS.2015.1.9.

¹⁹ Ge W., Jakobsson E. Systems biology understanding of the effects of lithium on cancer. *Frontiers in Oncology*. 2019. Vol. 9. P. 296. DOI: 10.3389/fonc.2019.00296.

²⁰ Lithium down-regulates histone deacetylase 1 (HDAC1) and induces degradation of mutant huntingtin / S. Wu et al. *The Journal of biological chemistry*. 2013 Vol. 288, № 49. P. 35500–35510. DOI: 10.1074/jbc.M113.479865.

²¹ Machado-Vieira R. Lithium, stress, and resilience in bipolar disorder: deciphering this key homeostatic synaptic plasticity regulator. *Journal of Affective Disorders*. 2018; Vol. 233. P. 92–99. DOI: 10.1016/j.jad.2017.12.026.

²² Bhattacharjee D, Rajan R, Krishnamoorthy L, Singh B. B. Effects of lithium chloride as a potential radioprotective agent on radiation response of DNA synthesis in mouse germinal cells. *Radiation and environmental biophysics*. 1997. Vol. 36, № 2. P. 125–128. DOI: 10.1007/s004110050063.

²³ Lohitha G., Singh, P. P. Lithium: immunomodulatory and anti-infectious. *Activities Journal of Pharmaceutical Research*. 2019. Vol. 4, № 1. P. 1–11.

²⁴ The effect of lithium salt with ascorbic acid on the antioxidant status and productivity of gestating sows / K. Ostrenko et al. *Animals (Basel)*. 2022. Vol. 12, № 7. P. 915. DOI: 10.3390/ani12070915.

²⁵ Tang L., Chen Y., Pei F., Zhang H. Lithium chloride modulates adipogenesis and osteogenesis of human bone marrow-derived mesenchymal stem cells. *Cell Physiol Biochem*. 2015. Vol. 37, № 1. P. 143–152. DOI: 10.1159/000430340.

²⁶ Mikosha A. S., Kovzun O. I., Tronko M. D. Biological effects of lithium – fundamental and medical aspects. *Ukrainian Biochemical Journal*. 2017. Vol. 89, № 3. P. 5–16. DOI: 10.15407/ubj89.03.005/.

²⁷ Gitlin M., Bauer M. Lithium: current state of the art and future directions. *International journal of bipolar disorders*. 2024. Vol. 12, № 1. P. 40. DOI: 10.1186/s40345-024-00362-7.

²⁸ Yang C., Zhu B., Zhan M., Hua Z. C. Lithium in cancer therapy: friend or foe? *Cancers (Basel)*. 2023. Vol. 15, № 4. P. 1095. DOI: 10.3390/cancers15041095.

циклічного гемопоезу²⁹, тромбоцитопенії³⁰, мієлосупресії³¹, естроген-індукованої мієлотоксичності у собак³², а також для інгібування реплікації різних вірусів³³ та боротьби з червоним кліщем (*Dermanyssus gallinae*) у домашньої птиці³⁴.

У зоотехнії, зокрема птахівництва, літій стали використовувати порівняно недавно. Різні препарати Літію використовують з метою профілактики та корекції «технологічних» стресів при пересадки та транспортуванні молодняка птиці, при проведенні дебікування та вакцинації курчат³⁵. Солі Літію вводять до складу комбікормів для сільськогосподарської птиці з метою підвищення її живої маси, життєздатності, забійних і м'ясних якостей, покращення органолептичних показників м'яса, його хімічного складу та біологічної цінності^{36, 37, 38}. Водними розчинами Літію проводять передінкубаційну обробку гусячих яєць з метою підвищення їх виводимості та виводу молодняка³⁹.

Незважаючи на біохімічну багатогранність і практичне значення цього мікроелемента, літій поки що недостатньо використовується в годівлі сільськогосподарської птиці. Це пов'язано з відсутністю диференційованих норм уведення його в комбікорми для сільськогосподарської птиці різного виду, віку і напрямку продуктивності.

²⁹ Yang C., Zhu B., Zhan M., Hua Z. C. Lithium in cancer therapy: friend or foe? *Cancers (Basel)*. 2023. Vol. 15, № 4. P. 1095. DOI: 10.3390/cancers15041095.

³⁰ Duvall A., Gallicchio V. S. Lithium treatment in clinical medicine: history, current status and future use. *Journal of Cell Science & Therapy*. 2017. Vol. 8, № 3. P. 270. DOI: 10.4172/2157-7013.1000270.

³¹ Abrams-Ogg A. C. G. The use of lithium carbonate to prevent lomustine-induced myelosuppression in dogs: a pilot study. *Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche veterinaire*. 2011. Vol. 75, № 1. P. 73–76.

³² Gallicchio V. S. Lithium effects on stem cells – advances in stem cell application in clinical medicine. *Journal of Cell Science and Mutations*. 2018. Vol. 2, № 1. P. 1–11. DOI: 10.35841/cell-science.2.1.1-11.

³³ Lithium chloride inhibits infectious bronchitis virus-induced apoptosis and inflammation / X. Liu et al. *Microbial pathogenesis*. 2022. Vol. 162. P. 105352. DOI: 10.1016/j.micpath.2021.105352.

³⁴ Lithium chloride shows effectiveness against the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) / B. Kolics et al. *Insects*. 2022. Vol. 13, № 11. P. 1005. DOI: 10.3390/insects13111005.

³⁵ Miftakhutdinov A. V., Saifulmulyukov E. R., Nogovitsina E. A. Alleviation of technological stresses by a feed supplement. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19, № 2. P. 552–561. DOI: 10.15159/AR.21.039.

³⁶ Грибанова А. А., Соболев О. І. М'ясна продуктивність гусенят за використання у комбікормах добавок літію. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2013. Вип. 10. С. 34–37.

³⁷ Sobolev O. I., Gut'j B. V. The quality of gosling meat depending on the level of lithium in mixed foders. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2019. Vol. 2, № 2. P. 3–6. DOI: 10.32718/ujvas2-2.01.

³⁸ Пат. 152767 Україна, МПК (2023.01), А23К 10/00, А23К 50/75. Спосіб підвищення продуктивності молодняка гусей / О. І. Соболев, В. М. Недашківський, С. В. Соболева ; Білоцерківський національний аграрний університет. № у 2022 00797 ; заяв. 21.02.2022 ; опубл. 12.04.2023, Бюл. № 15.

³⁹ Любенко О. І., Семенцова Л. О. Підвищення інкубаційних якостей яєць горьківської породиної групи гусей шляхом застосування йодовмісних препаратів. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарської науки*. 2021. Вип. 122. С. 226–231. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.122.33.

При розробці та теоретичному обґрунтуванні оптимальних норм уведення Літію до складу комбікормів для птиці, слід оцінювати не тільки її продуктивні якості, але й основні процеси ступеневого ферментативного розщеплення і всмоктування поживних речовин корму в шлунково-кишковому тракт. Це пов'язано з тим, що відповідна реакція живого організму на нові кормові фактори може проявлятися у змінах травних процесів. Питання впливу Літію на ступінь використання окремих групи поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів) в організмі птиці у процесі травлення мають важливе теоретичне і практичне значення, тому що дозволяють розширити наші знання про його біологічну роль та пояснити дані, одержані в експериментах. Крім того, при оцінці обміну білків, особливе значення має рівень відкладання і засвоєння в організмі Нітрогену, оскільки він найбільш точно визначає інтенсивність синтезу органічних речовин і приростів живої маси птиці (в основному за рахунок нарощування м'язової тканини).

Аналіз та узагальнення літературних даних дали змогу дійти висновку, що до цього часу відсутні наукові публікації щодо характеру змін у перетравності та засвоєнні основних поживних речовин в організмі різних видів сільськогосподарської птиці за використання Літію у складі їх комбікормів.

Метою наших досліджень було вивчення впливу добавок різних доз Літію в комбікорми на ступінь перетравності поживних речовин корму і баланс Нітрогену в організмі молодняка гусей, що вирощується на м'ясо.

2. Матеріали і методи досліджень

Експериментальні дослідження проведені на гусенятах породи "Датский легарт". Для проведення фізіологічного досліді було сформовано, за принципом аналогів, чотири групи молодняка гусей по 5 голів у кожній. Вік гусенят на початок досліді становив 30 днів. Групи формували з урахуванням живої маси птиці та за однакового співвідношення у групах самців і самок. Фізіологічний дослід складався з двох періодів: попереднього (3 дні) і основного (5 днів). Упродовж досліді гусенят утримували у спеціальних клітках, які пристосовані для збирання посліді.

Годівля гусенят усіх груп упродовж фізіологічного досліді здійснювалася сухими повнораціонними комбікормами, що збалансовані за основними поживними та біологічно активними речовинами, відповідно до існуючих норм. Гусенята першої контрольної групи добавку Літію у комбікорми не одержували. Птиці дослідних груп додатково вводили у комбікорми різні дози Літію згідно зі схемою досліді (табл. 1).

Схема фізіологічного досліджу

Група	Періоди досліджу	
	попередній	основний
1 контрольна	Повнораціонний комбікорм (ПК)	ПК
2 дослідна	ПК	ПК + Li 0,05 мг/кг
3 дослідна	ПК	ПК + Li 0,10 мг/кг
4 дослідна	ПК	ПК + Li 0,15 мг/кг

Як джерело Літію, використовували його наноаквахелатну форму.

На початку основного періоду фізіологічного досліджу проводився відбір середніх проб комбікормів відповідно до загальноприйнятих методів⁴⁰. Зберігали середні проби комбікормів у поліетиленових пакетах.

Упродовж основного періоду фізіологічного досліджу проводився ретельний облік спожитого корму та виділеного посліду. Послід збирали два рази на добу: ранком і ввечері. Зібраний послід зважували і відбирали середні проби для аналізу. Фіксацію аміаку кожної проби посліду проводили шляхом залиттям 0,1-н розчином шавлевої кислоти із розрахунку 4 мл на 100 г гомогенізованої маси посліду. До проведення зоотехнічного аналізу всі проби посліду зберігалися у холодильнику в скляній, щільно закритій тарі.

Хімічний аналіз комбікормів і посліду проводили такими методами:

- загальна вологість – шляхом висушування наважки до постійної маси у сушильній шафі⁴¹;
- сирий протеїн – за К'ельдалем⁴²;
- сирий жир – екстрагуванням етиловим спиртом в апараті Сокслета⁴³;
- сира клітковина – методом проміжного фільтрування⁴⁴;
- сира зола – шляхом озолення наважки у муфельній печі⁴⁵.

⁴⁰ ДСТУ ISO 6497:2005. Корми для тварин. Методи відбирання проб. : Чинний від 2008-03-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 18 с. (Національні стандарти України).

⁴¹ ДСТУ ISO 6496:2005. Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин. : Чинний від 2006-07-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 11 с. (Національні стандарти України).

⁴² ДСТУ ISO 5983-1:2014. Корм для тварин. Визначення вмісту азоту та обчислення вмісту сирого протеїну. Частина 1. Метод К'ельдаля. : Чинний від 2015-07-01. Київ : Держспоживстандарт України 2015. 12 с. (Національні стандарти України).

⁴³ ДСТУ ISO 6492:2003. Корми для тварин. Визначення вмісту жиру. : Чинний від 2005-07-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 12 с. (Національні стандарти України).

⁴⁴ ДСТУ ISO 6865:2004. Корми для тварин. Визначення вмісту сирі клітковини методом проміжного фільтрування. : Чинний від 2006-04-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 14 с. (Національні стандарти України).

⁴⁵ ДСТУ ISO 5984:2004. Корми для тварин. Визначення вмісту сирі золи. : Чинний від 2006-01-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 8 с. (Національні стандарти України).

Вміст безазотистих екстрактивних речовин у комбікормах і посліді визначали розрахунковим шляхом, за різницею між 100 та сумою процентів всіх інших речовин корму або посліду.

Кількість перетравних птицею поживних речовин визначали за різницею між надходженням їх в організм із кормом і виділенням їх із послідом. При визначенні перетравності сирого протеїну, використовували модифікований метод М. І. Д'якова, який оснований на хімічному способі відділення азотистих речовин калу від азотистих речовин сечі.

Кількість перетравленої гусенятами органічної речовини комбікормів розраховували за формулою:

$$K = A - (B - C),$$

де К – перетравлена органічна речовина корму, г; А – органічна речовина корму, г; В – органічна речовина посліду, г; С – органічна речовина сечі, г (загальний азот посліду відняти азот, що виділився з калом, і результат помножити на коефіцієнт “3”).

Для математичної обробки отриманих результатів використовували комп'ютерні програми статистичної обробки Microsoft Excel. Вірогідність різниці між групами оцінювали за критерієм Стьюдента та критерієм Фішера (за дисперсійного аналізу).

3. Результати та їх обговорення

Облік використаних комбікормів упродовж основного періоду фізіологічного дослідження та дані про їхній хімічний склад дозволили встановити, що за кількістю основних поживних речовин, які в середньому за добу надходили в організм гусенят, суттєвих відмінностей між молодняком контрольної та дослідних груп не спостерігалось (табл. 2).

Таблиця 2

Середньодобове споживання поживних речовин корму молодняком гусей, г/гол ($\bar{D} \pm S_{\bar{D}}$, n = 5)

Показник	Група			
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна
Органічна речовина	224,1±0,89	225,1±1,05	223,9±1,65	225,9±1,53
Сирий протеїн	49,5±0,20	49,9±0,23	49,7±0,37	49,7±0,34
Сира клітковина	12,3±0,05	11,9±0,06	12,2±0,09	12,1±0,08
Сирий жир	9,4±0,07	9,3±0,04	9,3±0,07	9,2±0,06
БЕР	152,8±0,61	154,0±0,72	152,6±1,13	154,9±1,05

Так, фактичне споживання з кормом органічної речовини гусенятами контрольної групи в середньому на одну голову за добу становило 224,1 г; сирого протеїну – 49,5; сирого клітковини – 12,3; сирого жиру – 9,4 та безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) – 152,8 г. Аналогічні показники у їх ровесників із дослідних груп варіювали у таких межах, г: 223,9–225,9; 49,7–49,9; 11,9–12,2; 9,2–9,3 та 152,6–154,9 відповідно. Слід також відзначити, що існуючі між групами невірогідні відмінності за фактичним споживанням поживних речовин не мали певного закономірного зв'язку з дозами Літію, що вводилися у комбікорми.

Проведені в подальшому математичні розрахунки, на основі одержаних результатів, дали змогу виявити та деталізувати характер змін у перетравності основних поживних речовин комбікормів у птиці дослідних груп під впливом добавок Літію (табл. 3).

Таблиця 3

**Перетравність поживних речовин корму молодняком гусей,
% ($\bar{O} \pm S_{\bar{O}}$, n = 5)**

Показник	Група			
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна
Органічна речовина	72,8±0,27	73,1±0,30	73,2±0,41	74,2±0,47*
Сирий протеїн	81,2±0,19	81,8±0,20	82,4±0,27**	82,7±0,32**
Сирий жир	61,1±0,39	61,8±0,43	62,1±0,58	61,9±0,70
Сира клітковина	47,5±0,53	48,8±0,57	49,7±0,77*	49,5±0,93
БЕР	80,8±0,19	80,5±0,22	80,5±0,30	81,8±0,33*

*Примітка: у цій таблиці та в таблиці 5 вірогідність різниці між контрольною та дослідними групами за критерієм Стьюдента: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.*

Аналіз наведених у таблиці 3 даних показав, що всі дози Літію, які випробовувалися, справили в цілому позитивний вплив на ступінь перетравності поживних речовин корму.

Так, гусенята дослідних груп краще перетравлювали органічну речовину корму (73,1–74,2%, проти 72,8% у контрольній групі). Проте, статистично вірогідною ($P < 0,05$) різниця виявилася лише у четвертій дослідній групі, молодняк якої перевищував за цим показником своїх ровесників із контрольної групи на 1,4%.

Більш суттєві відмінності, виявлені за перетравністю сирого протеїну. Зокрема, у молодняка другої дослідної групи, порівняно з контрольною групою, цей показник був вищим на 0,6%, третьої – на 1,2 ($P < 0,01$) та четвертої – на 1,5% ($P < 0,01$) і відповідно становив 81,2%, 82,4 та 82,7%.

У птиці дослідних груп простежувалася тенденція до підвищення перетравності сирого жиру на 0,7–1,0%, порівняно гусенятами контрольної групи, де аналогічний показник становив 61,1%.

Молодняк контрольної групи поступався дослідному також за перетравністю сирій клітковини. Різниця між контрольною та дослідними групами (на користь останніх) становила: у другій – 1,3%, у третій – 2,5 ($P<0,05$) та четвертій – 2,3%.

Щодо перетравності безазотистих екстрактивних речовин, то у гусенят другої та третьої дослідних груп відмічено незначне невірогідне зниження величини цього показника на 0,3%, а в молодняка четвертої дослідної групи – навпаки, підвищення – на 1,0% ($P<0,05$), порівняно з контрольною групою (80,8%).

Для перевірки існуючих відмінностей між групами за середніми показниками перетравності поживних речовин комбікормів та встановлення сили зв'язку між результативною ознакою та окремими рівнями фактору, що вивчалися, нами було проведено дисперсійний аналіз. Його результати підтвердили, що різні дози Літію справляли неоднозначний, але позитивний вплив на перетравність основних поживних речовин корму в організмі гусенят (табл. 4).

Таблиця 4

Сила впливу різних доз Літію на перетравність поживних речовин корму молодняком гусей

Показник	Доза Літію, мг/кг					
	0,05		0,10		0,15	
	η^2x	%	η^2x	%	η^2x	%
Органічна речовина	0,051	5,1	0,093	9,3	0,505*	50,5
Сирий протеїн	0,408*	40,8	0,698**	69,8	0,725**	72,5
Сирий жир	0,163	16,3	0,249	24,9	0,126	12,6
Сира клітковина	0,297	29,7	0,459*	45,9	0,339	33,9
БЕР	0,144	14,4	0,102	10,2	0,499*	49,9

*Примітка: у цій таблиці та в таблиці 6 вірогідність різниці між силою впливу різних доз Літію на показники перетравності поживних речовин корму за критерієм Фішера: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$.*

Встановлено, що доза Літію 0,15 мг/кг за силою впливу на деякі показники перетравність поживних речовин корму, суттєво відрізнялася від інших доз. Наприклад, сила впливу цієї дози на перетравність органічної речовини, сирого протеїну та БЕР виявилася високою і становила відповідно 50,5% ($P<0,05$), 72,5 ($P<0,01$) та 49,9% ($P<0,05$). Також досить

високим, хоча й статистично невірогідним, виявився вплив цієї дози на перетравність сирої клітковини. Факторний внесок становить 33,9%.

Інші дози Літію (0,05 та 0,10 мг/кг) поступалися дозі 0,15 мг/кг за силою впливу на показники перетравності, що вивчалися. Найнижча сила впливу практично на всі показники перетравності поживних речовин корму була характерна для дози Літію 0,05 мг/кг.

Крім того, одержані результати показали, що використані у фізіологічному досліді стандартний комбікорм і комбікорми, які збагачені різними дозами Літію, забезпечили позитивний баланс Нітрогену у всього піддослідного молодняка. Слід також відзначити, що введення добавок Літію до складу комбікормів для гусенят дослідних груп позитивно позначилося на відкладанні Нітрогену у їх організмі (табл. 5).

Таблиця 5

Середньодобовий баланс Нітрогену в організмі молодняка гусей,

$(\bar{D} \pm S_{\bar{D}}, n=5)$

Показник	Група			
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна
Прийнято з кормом, г	7,92±0,031	7,98±0,038	7,96±0,059	7,95±0,054
Виділено з послідом, г	5,23±0,072	5,15±0,054	5,04±0,079	5,02±0,117
Відкладено в організмі: г%	2,69±0,054	2,83±0,062	2,92±0,085*	2,93±0,078*
до прийнятого	33,9	35,5	36,7	36,9

Так, при практично однаковому надходженні Нітрогену з кормом, у гусенят дослідних груп спостерігалася тенденція до зниження екскреції його з послідом, відповідно на 1,5%, 3,6 та 4,0%. Це певною мірою вплинуло на абсолютні величини утримання Нітрогену в організмі, які у птиці дослідних груп були на 5,2–8,9% вище, порівняно з молодняком контрольної групи (2,69 г). Проте, статистично вірогідною ($P < 0,05$) різниця виявилася лише у третій та четвертій дослідних групах, гусенята яких перевищували за цим показником своїх ровесників із контрольної групи на 0,19 та 0,23 г відповідно.

Рівень засвоєння Нітрогену в організмі гусенят, по відношенню до прийнятого з кормом, у дослідних групах також підвищився, але на меншу величину, ніж його відкладання. Різниця порівняно з контрольною групою (у якій цей показник дорівнював 33,9%) становила 1,6%, 2,8 та 3,0% відповідно на користь дослідних груп.

З метою оцінки розсіювання можливих значень випадкової величини навколо її середнього значення, а також виявлення та вимірювання сили зв'язку між окремими рівнями фактора та результативною ознакою, нами було використано один із видів стохастичного аналізу – дисперсійний аналіз. Визначали наскільки суттєвими є виявлені розбіжності у відкладанні Нітрогену в організмі гусенят і яка сила впливу на них різних доз Літію (табл. 6).

Таблиця 6

Сила впливу різних доз Літію на відкладання Нітрогену в організмі молодняка гусей

Доза Літію, мг/кг	η^2x	%	F ($\nu_1=1; \nu_2=8$)
0,05	0,364	36,4	4,57
0,10	0,480*	48,0	7,38
0,15	0,539*	53,9	9,37

Результати однофакторного аналізу показали, що найбільш суттєвий вплив на відкладання Нітрогену в організмі гусенят чинить доза Літію 0,15 мг/кг. Так, сила впливу цієї дози на результативну ознаку становила 53,9% ($P<0,05$). Також досить високим (48,0%) і вірогідним ($P<0,05$), на відкладання Нітрогену в організм молодняка гусей, виявився вплив дози Літію 0,1 мг/кг.

Сила впливу дози Літію 0,05 мг/кг на результативну ознаку виявилася найнижчою (36,4%) і статистично невірогідною.

Аналіз темпів росту птиці, за основний період фізіологічного досліджу, дозволив установити, що всі досліджувані дози Літію справили позитивний вплив на приріст живої маси гусенят, що було зумовлено, напевно, підвищенням рівня відкладання і засвоєння Нітрогену у їх організмі (рис. 1).

За період фізіологічного досліджу найвищим середньодобовий приріст виявився у молодняка четвертої дослідної групи (65,2 г). Різниця порівняно з контрольною групою становила 2,5%. Гусенята другої та третьої дослідних груп дещо поступалися за цим показником своїм ровесникам з четвертої групи, проте перевищували молодняк з контрольної групи на 1,6 та 2,2% відповідно.

Дані літератури щодо відкладання та засвоєння Нітрогену в організмі гусенят залежно від рівня Літію у комбікормах відсутні. Проте, слід відзначити, що результати, отримані нами, не суперечать загальній тенденції щодо позитивного впливу добавок Літію на баланс Нітрогену в організмі інших видів сільськогосподарських тварин, зокрема свиней.

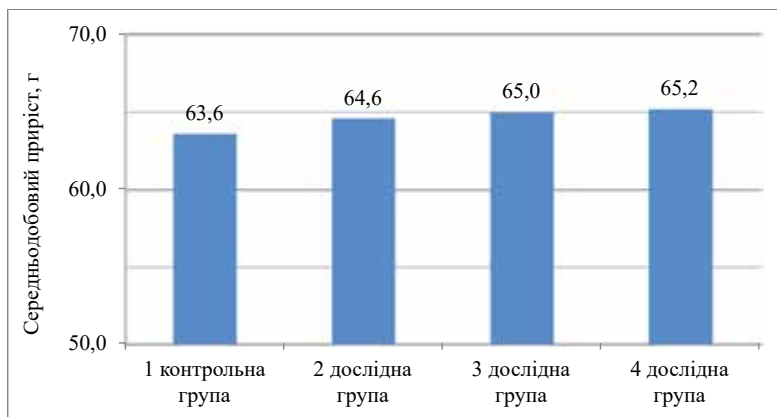


Рис. 1. Середньодобовий приріст молодняка гусей за основний період фізіологічного досліді

На нашу думку, добавки Літію можуть сприяти запуску механізмів активного транспортування елементів через слизову тонкої кишки, в результаті чого посилюється всмоктування, знижується екскреція і підвищується відкладання речовин в організмі птиці, у тому числі й Нітрогену.

Механізми всмоктування в кишечнику птиці усіх речовин до кінця ще не з'ясовані. В останні роки розвивається концепція щодо участі в процесі всмоктування особливих субстратів зв'язуючих білків транспортного типу, які підвищують перенос поживних і біологічно активних речовин із ентерального середовища до внутрішнього. Вони зменшують взаємодію субстратів поживних речовин із структурними елементами надепітеліального слизового шару та іншими його компонентами, які не виконують транспортної функції.

Одержані нами дані, дозволяють припустити, що Літій, підвищує синтез транспортних білків, розширює зону їх функціональної активності і тим самим опосередковано впливає на засвоювання поживних речовин корму.

ВИСНОВКИ

Усі дози введення Літію в комбікорми для молодняка гусей (0,05; 0,1 та 0,15 мг/кг) у цілому позитивно вплинули на перетравність поживних речовин корму та інтенсивність обмінних процесів в організмі, що сприяло формуванню у птиці дослідних груп більш високої продуктивності. За ступенем перетравності поживних речовин корму та рівнем відкладання

і засвоєння Нітрогену, вигідно відрізнялися від своїх аналогів із контрольної та інших дослідних груп, гусенята четвертої дослідної групи, яким згодувували комбікорми збагачені літієм із розрахунку 0,15 мг/кг.

АНОТАЦІЯ

Останнім часом експериментально доведена життєва необхідність для організму людини, тварин і рослин Літію, який раніше вважали умовно-есенціальним мікроелементом. Відкриття біологічних властивостей та розкриття біохімічних механізмів дії Літію стало підставою для використання його у птахівництві, зокрема, з метою інгібування реплікації різних вірусів, боротьби з червоним кліщем, профілактики та корекції «технологічних» стресів у птиці, підвищення її продуктивності та покращення якості м'ясної продукції. Незважаючи на біохімічну багатогранність і практичне значення цього мікроелемента, Літій поки що недостатньо використовується у годівлі сільськогосподарської птиці через відсутність оптимальних норм уведення його в комбікорми. Одним із критеріїв оцінки повноцінності літійового живлення, при визначенні фізіологічної потреби птиці у цьому мікроелементі, є ступінь ферментативного розщеплення і всмоктування поживних речовин корму та їх обмін в організмі. У фізіологічному досліді вивчено вплив добавок різних доз Літію на ступінь перетравності поживних речовин корму і баланс Нітрогену в організмі молодняка гусей, що вирощується на м'ясо.

Встановлено, що введення літію в комбікорми в дозах 0,05; 0,1 та 0,15 мг/кг у цілому позитивно вплинули на перетравність поживних речовин корму та інтенсивність обмінних процесів в організмі, що сприяло формуванню у птиці дослідних груп більш високої продуктивності. За ступенем перетравності поживних речовин корму та рівнем відкладання і засвоєння Нітрогену, вигідно відрізнялися від своїх аналогів із контрольної та інших дослідних груп, гусенята четвертої дослідної групи, яким згодувували комбікорми збагачені літієм із розрахунку 0,15 мг/кг. Так, перетравність органічної речовини, сирого протеїну, сирого жиру, сирого клітковини та безазотистих екстрактних речовин у молодняка гусей цієї групи була вище, ніж у птиці контрольної групи, відповідно на 1,4%, 1,5; 0,8; 2,3; 0,5 та 1,0%, а рівень відкладання та засвоєння Нітрогену в організмі – відповідно на 8,9 та 3,0%.

Література

1. Mottet A., Tempio G. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*. 2017. Vol. 7, № 2. P. 245–256. DOI: 10.1017/S0043933917000071.

2. Poultry farming industry contribution in the world economy / M. Naushad et. al. 2021. DOI: 10.13140/RG.2.2.22054.86081.
3. Tufarelli V., Ragni M., Laudadio V. Feeding forage in poultry: a promising alternative for the future of production systems. *Agriculture*. 2018. Vol. 8, № 6. P. 81. DOI: 10.3390/agriculture8060081.
4. Dei H. K. Advances in poultry nutrition research-a review. *IntechOpen*, 2021. 214 p. DOI: 10.5772/intechopen.95990.
5. Role of trace elements in animals: a review / M. I. Yattoo et. al. *Veterinary World*. 2013. Vol. 6, № 12. P. 963–967. DOI: 10.14202/vetworld.2013.963-967.
6. Inclusion of complexed trace minerals enhance performance of broiler chickens / S. P. Macelline et. al. *Journal of Applied Poultry Research*. 2024. Vol. 33, № 4. P. 100465. DOI: 10.1016/j.japr.2024.100465.
7. Trace mineral nutrition in poultry and swine / J. D. Richards et. al. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2010. Vol. 23, № 11. P. 1527–1534. DOI: 10.5713/ajas.2010.r.07.
8. Hassan S., Hassan F. U., Rehman M. S. “Nano-particles of trace minerals in poultry nutrition: potential applications and future prospects”. *Biological trace element research*. 2020. Vol. 195, № 2. P. 591–612. DOI: 10.1007/s12011-019-01862-9.
9. Effects of different trace elements and levels on nutrients and energy utilization, antioxidant capacity, and mineral deposition of broiler chickens / G. Lv et. al. *Agriculture*. 2023. Vol. 13, № 7. P. 1369. DOI: 10.3390/agriculture13071369.
10. Vitamins and minerals in poultry / E. Öztürk et. al. Ankara : Iksad Publications, 2024. 354 p. DOI: 10.5281/zenodo.13984263.
11. Ефективна годівля сільськогосподарської птиці / Н. І. Братишко та ін. ; за ред. І. А. Іонова. Київ : Аграрна наука, 2013. 210 с.
12. Грибанова А. А., Соколов О. І. Продуктивні якості гусенят, що вирощуються на м'ясо за використання у комбікормах добавок Літію. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. № 1. С. 145–149.
13. A review on role of essential trace elements in health and disease / L. Prashanth et. al. *Journal Dr. NTR University of Health Sciences*. 2015. Vol. 4, № 2. P. 75–85. DOI: 10.4103/2277-8632.158577.
14. Bauer M., Gitlin M. Lithium and its history. *The essential guide to lithium treatment*. Springer Cham, 2016. P. 25–31. DOI: 10.1007/978-3-319-31214-9_3.
15. Towards a unified understanding of lithium action in basic biology and its significance for applied biology / E. Jakobsson et. al. *The Journal of membrane biology*. 2017. Vol. 250, № 6. P. 587–604. DOI: 10.1007/s00232-017-9998-2.

16. Roux M., Dosseto A. From direct to indirect lithium targets: a comprehensive review of omics data. *Metallomics*. 2017. Vol. 9, № 10. P. 1326–1351. DOI: 10.1039/c7mt00203c.
17. Antiviral effect of lithium chloride on replication of avian leukosis virus subgroup J in cell culture / K. Qian et. al. *Archives of Virology*. 2018. Vol. 163, № 4. P. 987–995. DOI: 10.1007/s00705-017-3692-7.
18. Stachelska M. A. Inhibitory properties of lithium, sodium and potassium o-, m- and p-coumarates against *Escherichia coli* O157:H7. *Acta scientiarum polonorum. Technologia alimentaria*. 2015. Vol. 14, № 1. P. 77–84. DOI: 10.17306/J.AFS.2015.1.9.
19. Ge W., Jakobsson E. Systems biology understanding of the effects of lithium on cancer. *Frontiers in Oncology*. 2019. Vol. 9. P. 296. DOI: 10.3389/fonc.2019.00296.
20. Lithium down-regulates histone deacetylase 1 (HDAC1) and induces degradation of mutant huntingtin / S. Wu et. al. *The Journal of biological chemistry*. 2013 Vol. 288, № 49. P. 35500–35510. DOI: 10.1074/jbc.M113.479865.
21. Machado-Vieira R. Lithium, stress, and resilience in bipolar disorder: deciphering this key homeostatic synaptic plasticity regulator. *Journal of Affective Disorders*. 2018; Vol. 233. P. 92–99. DOI: 10.1016/j.jad.2017.12.026.
22. Bhattacharjee D, Rajan R, Krishnamoorthy L, Singh B. B. Effects of lithium chloride as a potential radioprotective agent on radiation response of DNA synthesis in mouse germinal cells. *Radiation and environmental biophysics*. 1997. Vol. 36, № 2. P. 125–128. DOI: 10.1007/s004110050063.
23. Lohitha G., Singh, P. P. Lithium: immunomodulatory and anti-infectious. *Activities Journal of Pharmaceutical Research*. 2019. Vol. 4, № 1. P. 1–11.
24. The effect of lithium salt with ascorbic acid on the antioxidant status and productivity of gestating sows / K. Ostrenko et. al. *Animals (Basel)*. 2022. Vol. 12, № 7. P. 915. DOI: 10.3390/ani12070915.
25. Tang L., Chen Y., Pei F., Zhang H. Lithium chloride modulates adipogenesis and osteogenesis of human bone marrow-derived mesenchymal stem cells. *Cell Physiol Biochem*. 2015. Vol. 37, № 1. P. 143–152. DOI: 10.1159/000430340.
26. Mikosha A. S., Kovzun O. I., Tronko M. D. Biological effects of lithium – fundamental and medical aspects. *Ukrainian Biochemical Journal*. 2017. Vol. 89, № 3. P. 5–16. DOI: 10.15407/ubj89.03.005/.
27. Gitlin M., Bauer M. Lithium: current state of the art and future directions. *International journal of bipolar disorders*. 2024. Vol. 12, № 1. P. 40. DOI: 10.1186/s40345-024-00362-7.

28. Yang C., Zhu B., Zhan M., Hua Z. C. Lithium in cancer therapy: friend or foe? *Cancers (Basel)*. 2023. Vol. 15, № 4. P. 1095. DOI: 10.3390/cancers15041095.
29. Hammond W. P., Dale D. C. Lithium treatment of cyclic hematopoiesis in the gray collie. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 1980. Vol. 127. P. 167–173. DOI: 10.1007/978-1-4757-0259-0_12.
30. Duvall A., Gallicchio V. S. Lithium treatment in clinical medicine: history, current status and future use. *Journal of Cell Science & Therapy*. 2017. Vol. 8, № 3. P. 270. DOI: 10.4172/2157-7013.1000270.
31. Abrams-Ogg A. C. G. The use of lithium carbonate to prevent lomustine-induced myelosuppression in dogs: a pilot study. *Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche veterinaire*. 2011. Vol. 75, № 1. P. 73–76.
32. Gallicchio V. S. Lithium effects on stem cells – advances in stem cell application in clinical medicine. *Journal of Cell Science and Mutations*. 2018. Vol. 2, № 1. P. 1–11. DOI: 10.35841/cell-science.2.1.1-11.
33. Lithium chloride inhibits infectious bronchitis virus-induced apoptosis and inflammation / X. Liu et al. *Microbial pathogenesis*. 2022. Vol. 162. P. 105352. DOI: 10.1016/j.micpath.2021.105352.
34. Lithium chloride shows effectiveness against the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) / B. Kolics et. al. *Insects*. 2022. Vol. 13, № 11. P. 1005. DOI: 10.3390/insects13111005.
35. Miftakhutdinov A. V., Saifulmulyukov E. R., Nogovitsina E. A. Alleviation of technological stresses by a feed supplement. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19, № 2. P. 552–561. DOI: 10.15159/AR.21.039.
36. Грибанова А. А., Соболев О. І. М'ясна продуктивність гусенят за використання у комбікормах добавок літію. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2013. Вип. 10. С. 34–37.
37. Sobolev O. I., Gutyj B. V. The quality of gosling meat depending on the level of lithium in mixed fodders. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2019. Vol. 2, № 2. P. 3–6. DOI: 10.32718/ujvas2-2.01.
38. Пат. 152767 Україна, МПК (2023.01) А23К 10/00, А23К 50/75. Спосіб підвищення продуктивності молодняка гусей / О. І. Соболев, В. М. Недашківський, С. В. Соболева ; Білоцерківський національний аграрний університет. № u 2022 00797 ; заяв. 21.02.2022 ; опубл. 12.04.2023, Бюл. № 15.
39. Любенко О. І., Семенцова Л. О. Підвищення інкубаційних якостей яєць горьківської породно́ї групи гусей шляхом застосування йодовмісних

препаратів. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. 2021. Вип. 122. С. 226–231. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.122.33.

40. ДСТУ ISO 6497:2005. Корми для тварин. Методи відбирання проб. : Чинний від 2008-03-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 18 с. (Національні стандарти України).

41. ДСТУ ISO 6496:2005. Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин. : Чинний від 2006-07-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 11 с. (Національні стандарти України).

42. ДСТУ ISO 5983-1:2014. Корм для тварин. Визначання вмісту азоту та обчислення вмісту сирого протеїну. Частина 1. Метод К'ельдаля. : Чинний від 2015-07-01. Київ : Держспоживстандарт України 2015. 12 с. (Національні стандарти України).

43. ДСТУ ISO 6492:2003. Корми для тварин. Визначення вмісту жиру. : Чинний від 2005-07-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 12 с. (Національні стандарти України).

44. ДСТУ ISO 6865:2004. Корми для тварин. Визначення вмісту сирої клітковини методом проміжного фільтрування. : Чинний від 2006-04-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 14 с. (Національні стандарти України).

45. ДСТУ ISO 5984:2004. Корми для тварин. Визначення вмісту сирої золи. : Чинний від 2006-01-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 8 с. (Національні стандарти України).

Information about the authors:

Sobolev Olexandr Ivanovych,

Doctor of Agricultural Sciences,

Professor at the Department of Technology of Feed,

Feed Additives and Animal Feeding

Bila Tserkva National Agrarian University

8/1, Soborna Square, Bila Tserkva, Ukraine

Petryshak Roman Anatoliiovych,

Candidate of Agricultural Sciences,

Associate Professor at the Department of Animal Feeding and Feed

Technology

Stepan Gzhytskyi National University

of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv,

50, Pekarska street, Lviv, Ukraine

Kosior Lesia Tarasivna,
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Milk
and Meat Production Technology
Bila Tserkva National Agrarian University
8/1, Soborna Square, Bila Tserkva, Ukraine