

Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print  
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9723  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:612.8.017:616.35:636.5

## The influence of vitamin E and C feeding on protein content and ratios of its fractions in broiler chickens serum

L. V. Romanovych

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 14.02.2020  
Received in revised form  
16.03.2020  
Accepted 17.03.2020

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-067-859-05-07  
E-mail: romanovychmm@gmail.com

**Romanovych, L. V. (2020). The influence of vitamin E and C feeding on protein content and ratios of its fractions in broiler chickens serum. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 22(97), 141-146. doi: 10.32718/nvlvet9723**

Protein content and the ratio of its fractions were investigated in the serum of broiler chickens during the growing period with the addition of vitamins E and C to their ration. The investigations were performed in one of the farms in Lviv region on four groups of 100 broiler chickens in each, starting from 1- to 41-day-olds. Chickens in the control group received a standard ration, the first experimental diet with tocopherol acetate, the second experimental – ascorbic acid, and the third – a complex of these vitamins. Poultry research were conducted at different ages: 27-, 34-, and 41-day-olds. The content of common protein was determined in blood serum – biuret method and the range of soluble proteins – by vertical electrophoresis in plates of 7.5 % polyacrylamide gel. Conducted research have shown that the use of tocopherol acetate and ascorbic acid supplements to compound feed of broiler chickens caused a rise in serum total protein content. However, these changes were more pronounced in chickens with the combined use of vitamins E and C in all search periods ( $P < 0.05-0.01$ ), and also in 11-day-old broilers ( $P < 0.05$ ), who used ascorbic acid supplement. In the search of the ratio of protein fractions was ascertained an increase in the content of  $\gamma$ -globulin fraction in chickens from the search groups regarding controls at 11 and 27 days of age. Herewith the differences were likely to be in broiler chickens, who used the tocopherol acetate supplement. Instead, 11-day-old chicks in this group had a lower  $\beta$ -globulin fraction ( $P < 0.05$ ). However, in the serum of chickens from the experimental groups regarding control at 41 days of age a significantly higher content of the  $\alpha$ -globulin fraction was registered. In general, the results of the searches showed that additional introduction of tocopherol acetate and ascorbic acid to chickens ration has a stimulating influence on the processes of protein biosynthesis and immune function in the organism of chickens in the process of their growth. This influence was more expressed in chickens with the combined use of vitamins E and C.

**Key words:** broiler chickens, vitamins E and C, proteins, protein fractions, albumins,  $\alpha$ -,  $\beta$ - and  $\gamma$ -globulins.

## Вплив згодовування вітамінів E і C на вміст протеїну та співвідношення його фракцій у сироватці крові курчат-бройлерів

Л. В. Романович

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Досліджували вміст протеїну та співвідношення його фракцій у сироватці крові курчат-бройлерів упродовж періоду їх вирощування за додаткового введення до їх раціону вітамінів E і C. Дослідження проводили в одному з господарств Львівської області на чотирьох групах курчат-бройлерів по 100 голів у кожній, починаючи з 1- до 41-добового віку. Курчата контрольної групи отримували стандартний раціон, першої дослідної – раціон з додаванням токоферол ацетату, другої дослідної – аскорбінової кислоти,

а третьої – комплекс вказаних вітамінів. Дослідження птиці проводилися у різні вікові періоди: 27-, 34- та 41-добового віку. У сироватці крові визначали вміст загального протеїну – біуретовим методом і спектр розчинних білків – методом вертикального електрофорезу в пластинках 7,5 % поліакриламідного гелю. Проведені дослідження показали, що застосування добавок токоферол ацетату й аскорбінової кислоти до комбікорму курчат-бройлерів спричинило зростання у сироватці крові вмісту загального протеїну. При цьому ці зміни були виражені більшою мірою у курчат за поєднаного застосування вітамінів E і C в усі періоди досліджень ( $P < 0,05-0,01$ ), а також у бройлерів 11-добового віку ( $P < 0,05$ ), яким застосовували добавку аскорбінової кислоти. При дослідженні співвідношення протеїнових фракцій констатовано зростання вмісту  $\gamma$ -глобулінової фракції у курчат дослідних груп стосовно контрольної в 11- та 27-добовому віці. При цьому різниці виявилися вірогідними у курчат-бройлерів, яким застосовували добавку токоферол ацетату. Натомість у курчат цієї групи в 11-добовому віці зафіксовано менший вміст  $\beta$ -глобулінової фракції ( $P < 0,05$ ). Разом з цим у сироватці крові курчат дослідних груп стосовно контрольної у 41-добовому віці зареєстровано вірогідно більший вміст  $\alpha$ -глобулінової фракції. Загалом результати проведених досліджень показали, що додаткове введення курчатам до їх раціону токоферол ацетату та аскорбінової кислоти спричиняє стимулювальний вплив на процеси біосинтезу протеїну та імунну функцію в організмі курчат у процесі їх росту. Цей вплив був виражений більшою мірою у курчат за умов поєднаного застосування вітамінів E і C.

**Ключові слова:** курчата-бройлери, вітаміни E і C, протеїни, співвідношення протеїнових фракцій, альбуміни,  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\gamma$ -глобуліни.

## Вступ

Розвиток промислового птахівництва, і зокрема в Україні характеризується інтенсивною технологією вирощування м'ясних кроссів. Водночас, інтенсивне використання птиці в умовах високої концентрації поголів'я і значного впливу чинників техногенного, виробничого та природного характеру спричиняє зниження резистентності організму, підвищення захворюваності та летальності. На даний час стало очевидним те, що однією з основних причин загибелі та низької життєздатності птиці є дисбаланс білково-вітамінно-мінерального живлення (Kots, 2005; Romanovych, 2017; Romanovych et al., 2018). Разом з тим слід зазначити, що саме повноцінне вітамінне забезпечення раціону курчат, особливо вітамінами E і C у критичні періоди їх вирощування, має вагомe значення для підвищення життєздатності та отримання високоякісної продукції (Ionov, 1997).

Відомо, що протеїни складають структурну та функціональну основу живого організму птиці, вони є важливими компонентами клітин і впливають на фізіологічні функції, визначають гомеостаз організму. За дії стрес факторів змінюється вміст загальних протеїнів та фракційний склад у сироватці крові (Alberghina et al., 2011; Egtesad et al., 2013; Nishchemenko et al., 2014; Aleksandrova et al., 2015). З даних наукових джерел відомо, що вітаміни, і, зокрема токоферол ацетат та аскорбінова кислота володіють стимулювальним впливом на синтез протеїнів, активують гуморальний та клітинний імунітет (Vlizlo, 2015). Зокрема (Donchenko, et al., 1990) показано, що після введення щурам вітаміну E підвищується включення мічених лейцину, феніланіну і гліцину в білки мітохондрій, мікросом і цитоплазми клітин печінки щурів. Іншим доказом впливу вітаміну E на інтенсивність синтезу білків у тканинах тварин є зменшення включення міченого метіоніну в білки печінки щурів при його дефіциті. Стимулювальний вплив вітаміну E на синтез білків у клітині зумовлений його прямою дією на процеси транскрипції. Разом з тим, показано, що  $\alpha$ -токоферол у присутності токоферол-зв'язуючого білка активує РНК-полімеразу та підвищує синтез РНК у мітохондріях печінки щурів (Petrova, et al., 1994;

Kapralov et al., 2000), що свідчить про вплив вітаміну E на синтез білка також на рівні трансляції.

Механізм біологічної дії аскорбінової кислоти полягає у відновленні дисульфідних зв'язків у біологічних молекулах та стабілізації дисульфідних груп ферментів. Активація тіолових ензимів забезпечує дезінтоксикаційні процеси в печінці та інших органах (Lavryshyn et al., 2016) Відомо, що попередником вітаміну C у його біосинтезі є глюкоза. Аскорбінова кислота приймає участь у гідроксилуванні лізинових, тирозинових та пролінових залишків у найважливішому білку сполучної тканини – калогені. Вітамін C підвищує імунобіологічну реактивність у птахів, приймає участь у клітинному диханні та окисненні у різних органах та тканинах (Halias et al., 2006).

Поміж великої кількості антиоксидантів за своїми фармакологічними властивостями особлива увага належить аскорбінової кислоті. Роль аскорбінової кислоти як антиоксиданта зумовлена, перш за все, її участю в системі антирадикального захисту тканин проти агресивних форм кисню (Rudenko, 1998). Аналіз наявної літератури свідчить, що найбільш чутливий до дефіциту вітамінів E і C є молодняк птиці в період активного росту і розвитку (Vlizlo, 2015). Як недостатність вказаних вітамінів, так і їх надлишок у раціоні птиці призводить до зниження продуктивності, збільшення витрат кормів, послаблення імунітету (Vil'dman et al., 1993).

З огляду на це актуальною в науково-практичному аспекті є проблема оптимального забезпечення раціону птиці вітамінами E і C, а також з'ясування самостійної та поєднаної дії вказаних вітамінів на вміст протеїну та співвідношення його фракцій у сироватці крові курчат-бройлерів у період їх вирощування, що і було метою даної роботи.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в одному із господарств Львівської області на чотирьох групах курчат-бройлерів по 100 голів у кожній, починаючи з 1- до 41-добового віку. Утримання курчат було напольним з вільним доступом до корму і води. Контрольній групі курчат згодовували стандартний комбікорм, збалансований за основними поживними речовинами

згідно норм, рекомендованих для кросу РОСС-308. Перша дослідна група птиці додатково до вказаного комбікорму отримувала – токоферол ацетат у кількості 0,1 г/кг комбікорму, друга – аскорбінову кислоту 0,25 г/кг комбікорму. Третя дослідна група курчат – токоферол ацетат і аскорбінову кислоту у вказаних дозах.

Дослідження птиці проводилися у різні вікові періоди: 27-, 34- та 41-добового віку. У сироватці крові визначали: вміст загального протеїну – біуретовим методом і спектр розчинних білків – методом вертикального електрофорезу в пластинах 7,5 % поліакриламідного гелю, як описано у довіднику (Vlizlo, 2012).

Отримані цифрові дані статистично опрацьовували за допомогою комп'ютерної програми "Microsoft Excel". Ступінь вірогідності порівняльних даних оцінювали за критерієм Стьюдента (t). Вірогідною вважали різницю при (P < 0,05–0,001).

## Результати та їх обговорення

Вміст загального протеїну і співвідношення його фракцій у сироватці крові характеризують ступінь реактивності, дозволяють оцінити стан обміну протеїнів і рівень їх синтезу в організмі (Borisenko et al., 2019; Martyshuk et al., 2019; Kulyaba et al., 2019; Lavryshyn & Gutyj, 2019; Varkholiak & Gutyj, 2020).

З даних, наведених у таблиці 1 бачимо, що вміст загального протеїну у крові курчат-бройлерів контрольної групи впродовж періоду вирощування поступово збільшувався. Зростання вмісту загального протеїну у крові курчат-бройлерів може бути пов'язано зі збільшенням інтенсивності їх росту. Аналіз наявної літератури свідчить про те, що вміст білків у скелетних м'язах курчат-бройлерів збільшується з 10- до 50-добового віку і в наступний період змінюється відносно мало (Sljusar & Subbotin, 1994).

**Таблиця 1**

Вміст протеїну та співвідношення його фракцій у сироватці крові курчат-бройлерів, % (M ± m, n = 5)

Показники вмісту	Групи	Вік птиці, доби			
		11	27	34	41
Протеїну, г/л	К	44,36 ± 0,92	45,58 ± 1,06	48,16 ± 0,86	50,20 ± 0,98
	Д <sub>1</sub>	49,21 ± 0,92*	48,83 ± 1,25	50,80 ± 1,11	52,89 ± 1,12
	Д <sub>2</sub>	48,07 ± 2,07	48,57 ± 1,21	51,08 ± 1,18	53,2 ± 1,17
	Д <sub>3</sub>	50,47 ± 1,97*	51,09 ± 1,27*	53,72 ± 0,91**	55,63 ± 0,77**
Альбумінів	К	41,88 ± 0,92	39,80 ± 0,83	38,56 ± 0,28	40,93 ± 0,59
	Д <sub>1</sub>	38,70 ± 1,25	38,56 ± 0,55	37,83 ± 0,66	39,16 ± 0,48*
	Д <sub>2</sub>	40,63 ± 1,15	39,35 ± 0,48	37,27 ± 0,27*	40,70 ± 0,81
	Д <sub>3</sub>	39,20 ± 0,80	38,27 ± 0,71	39,54 ± 0,89	39,31 ± 1,07
α-глобуліну	К	19,70 ± 0,69	19,15 ± 0,34	17,04 ± 0,23*	16,54 ± 0,39 <sup>oo</sup>
	Д <sub>1</sub>	18,68 ± 1,12	18,37 ± 0,19	17,26 ± 0,65	18,13 ± 0,28*
	Д <sub>2</sub>	18,41 ± 0,73	18,59 ± 0,41	17,56 ± 0,71	18,92 ± 0,82*
	Д <sub>3</sub>	18,47 ± 0,88	17,82 ± 0,53	16,59 ± 0,31	19,54 ± 0,69**
β-глобуліну	К	14,52 ± 0,78	13,12 ± 0,37	11,16 ± 0,25 <sup>oo</sup>	11,78 ± 0,78 <sup>o</sup>
	Д <sub>1</sub>	11,94 ± 0,80*	13,58 ± 1,98	12,08 ± 0,68	13,12 ± 0,33
	Д <sub>2</sub>	12,08 ± 0,77	12,27 ± 0,30	11,21 ± 0,53	11,69 ± 1,19
	Д <sub>3</sub>	12,92 ± 1,13	12,27 ± 0,71	11,46 ± 0,82	13,71 ± 0,51
γ-глобуліну	К	23,89 ± 2,05	27,93 ± 0,93	32,84 ± 0,45	30,72 ± 0,83
	Д <sub>1</sub>	30,70 ± 1,64*	31,22 ± 0,66*	32,40 ± 1,05	29,56 ± 0,36
	Д <sub>2</sub>	28,87 ± 2,40	29,79 ± 0,58	33,93 ± 1,04	28,67 ± 1,65
	Д <sub>3</sub>	29,40 ± 2,11	31,64 ± 1,57	32,37 ± 1,31	27,42 ± 1,78

Вміст загального протеїну у сироватці крові курчат-бройлерів дослідних груп упродовж досліду був більший, ніж у контрольній (табл. 1). При цьому ці зміни були виражені більшою мірою у сироватці крові курчат третьої дослідної групи в усі періоди досліджень (P < 0,05–0,01), а також у бройлерів 11-добового віку (P < 0,05), яким застосовували добавку токоферол ацетат. Ці дані свідчать про те, що згодуювання добавок вітамінів Е і С і, особливо поєднаного їх застосування посилює метаболічні процеси у печінці, внаслідок чого стимулюється синтетична (протеїн-синтезуюча) функція гепатоцитів.

Відомо, що сироватка крові курей розділяється методом електрофорезу на п'ять основних фракцій (альбуміни, альфа-1, альфа-2, бета- і гамма-глобуліни).

Інколи може виділятися білкова фракція з більшою електрофоретичною рухливістю, ніж альбуміни, постальбуміни (Taranov, 1976). Як бачимо з даних таблиці 1, у сироватці крові курчат контрольної групи у 34- і 41-добовому віці вміст α- і β-глобулінів був менший, а γ-глобулінів – більший, ніж у 11-добовому віці. При цьому зміни вмісту альбумінів упродовж досліду були виражені меншою мірою. Відносне збільшення у сироватці крові курчат контрольної групи у 34- і 41-добовому віці кількості γ-глобулінової фракції вказує на посилення імунологічної реактивності організму, що пов'язано з гуморальною ланкою імунітету. Деякі автори вважають (Hubskeyi, 2009), що 98 % всіх антитіл знаходяться в гамма-глобуліновій фракції

білків сироватки крові, а решта 2 % антитіл пов'язані з бета-глобуліновою фракцією.

Таким чином, з наведених результатів досліджень можна дійти висновку, що з віком у курчат-бройлерів відбувалося зростання вмісту загального протеїну та заміщення низькомолекулярних білків сироватки крові на високомолекулярні.

Застосування добавок токоферол ацетату та аскорбінової кислоти до комбікорму курчат-бройлерів дослідних груп спричинило зміни у співвідношенні протеїнових фракцій у сироватці крові. Насамперед привертає увагу більший вміст  $\gamma$ -глобулінової фракції у курчат дослідних груп стосовно контрольної в 11- та 27-добовому віці. При цьому різниці виявилися вірогідними у курчат-бройлерів, яким застосовували добавку токоферол ацетату. Так, вміст  $\gamma$ -глобулінової фракції у сироватці крові курчат цієї групи був відповідно на 6, 8 і 3,2 % ( $P < 0,05$ ) більший, ніж у контрольній групі. При цьому в 11-добовому віці зафіксовано менший вміст  $\beta$ -глобулінової фракції ( $P < 0,05$ ). Зростання вмісту  $\gamma$ -глобулінової фракції у курчат дослідних груп стосовно контрольної в 11- та 27-добовому віці вказує на активуючий вплив добавок вітамінів на імунний потенціал організму, особливо у критично важливі періоди їх росту.

З інших даних, отриманих у цьому досліді, необхідно зауважити, що вміст  $\alpha$ -глобулінової фракції у сироватці крові курчат усіх дослідних груп у 41-добовому віці був більший ( $P < 0,05-0,01$ ) більший, ніж у контрольній групі. Ці дані з одного боку вказують на тенденцію до порушення обмінних процесів в організмі птиці у кінці періоду вирощування, оскільки  $\alpha$ -глобулінова фракція сироватки крові включає у себе

білки "гострої фази" (С-реактивний білок, церулоплазмін,  $\alpha_1$ -антитрипсин,  $\alpha_2$ -макроглобулін,  $\alpha_1$ -глікопротеїн). Чинниками, які індукують синтез цих білків, є продукти розпаду пошкоджених тканин та цитокіни (Holod, 1983). Разом з цим з іншого боку, враховуючи завершальний період вирощування бройлерів, можна припустити, що така тенденція пов'язана з вищим вмістом церулоплазміну, який входить до складу  $\alpha$ -глобулінової фракції крові. Відомо, що фракція альфа-глобулінів включає в себе відносно велику кількість ліпоїдів і вуглеводів (ліпопротеїди і глікопротеїди – мукопротеїди). З фракцією альфа-глобулінів зв'язані стероїди, білірубін, а також вітаміни (А, К, D, Е, В), фосфоліпіди, жирні кислоти, холестерин, гормони, фосфатиди, ферменти, антитромбін (Van der Vusse, 2009; Pshenkina, 2011).

При цьому зміни інших фракцій у сироватці крові курчат дослідних груп стосовно контрольної були не вірогідні.

При оцінюванні альбуміново-глобулінового співвідношення виявлено, що величина даного показника у курчат контрольної групи до 34-добового віку зростала, а потім знову знижувалася (рис. 1). Застосування добавок токоферол ацетату та аскорбінової кислоти до комбікорму курчат-бройлерів дослідних груп спричинило тенденцію до зростання альбуміново-глобулінового співвідношення. Особливо ці зміни були виражені у крові курчат дослідних груп стосовно контрольної в 11- та 27-добовому віці, що зумовлено зростанням у цей період вмісту  $\gamma$ -глобулінової фракції. При цьому необхідно зауважити, що в усі періоди досліджень величина цього показника була у фізіологічних межах.

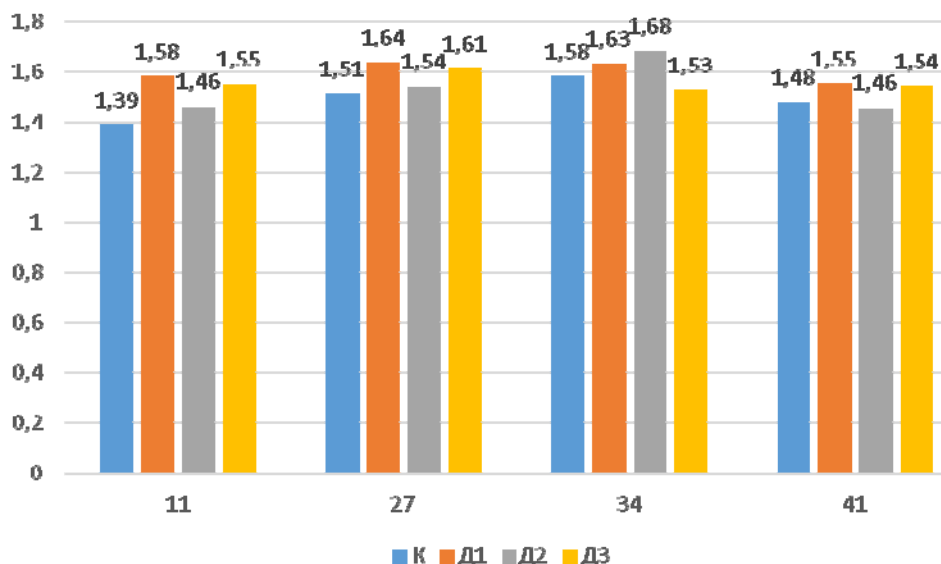


Рис. 1. Альбуміново-глобулінове співвідношення у крові курчат-бройлерів ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Загалом результати проведених досліджень свідчать про те, що застосування добавок до раціону токоферол ацетату й аскорбінової кислоти спричиняє стимулювальний вплив на процеси біосинтезу протеїну та імунну функцію в організмі курчат у процесі їх

росту. Ці зміни були виражені більшою мірою у сироватці крові курчат, яким застосовували добавку вітамінів Е і С. Зростання вмісту загального протеїну у сироватці крові курчат-бройлерів дослідних груп можна пояснити, як зазначалося вище, впливом токо-

ферол ацетату на процеси транскрипції і трансляції. Разом з цим активуючим впливом досліджуваних вітамінів на синтез протеїнів можна також частково пояснити посилення імунної функції. Зокрема з даних літератури відомо, що вітамін Е підвищує утворення антитіл до деяких антигенів. При цьому встановлено стимулювальний вплив вітаміну Е на синтез  $\gamma$ -глобулінів у птиці. Проте стимуляція імуногенезу в птиці має місце лише при згодовуванні їм більш високих доз вітаміну Е, ніж передбачено нормами (Vlizlo, 2015).

### Висновки

1. Застосування добавок токоферол ацетату й аскорбінової кислоти до комбікорму спричинило зростання у сироватці крові курчат-бройлерів вмісту загального протеїну. При цьому ці зміни були виражені більшою мірою у курчат за дії вітамінів Е і С в усі періоди досліджень ( $P < 0,05-0,01$ ), а також у бройлерів 11-добового віку ( $P < 0,05$ ), яким застосовували добавку аскорбінової кислоти.

2. Констатовано більший вміст  $\gamma$ -глобулінової фракції у курчат дослідних груп стосовно контрольної в 11- та 27-добовому віці та  $\alpha$ -глобулінової фракції у 41-добовому віці. При цьому різниці за вмістом  $\gamma$ -глобулінової фракції виявилися вірогідними у курчат-бройлерів, яким застосовували добавку токоферол ацетату. Водночас у курчат цієї групи в 11-добовому віці зафіксовано менший вміст  $\beta$ -глобулінової фракції ( $P < 0,05$ ).

### References

- Alberghina, D., Giannetto, C., Vazzana, I., Ferrantelli, V., & Piccione, G. (2011). Reference intervals for total protein concentration, serum protein fractions, and albumin/globulin ratios in clinically healthy dairy cows. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 23(1), 111–114. doi: 10.1177/104063871102300119.
- Aleksandrova, K. V., Shkoda, O. S., Krisanova, N. V., Levich, S. V., & Yurchenko, D. M. (2015). Prosti ta skladni bilky: metody-chnyi posibnyk z dystsyplyny "Bioloichna khimiia" dlia vykladachiv. Zaporizhzhia: ZDMU (in Ukrainian).
- Borisenko, N. N., Bushueva, I. V., Parchenko, V. V., Gubenko, I. Ya, Mykhailiuk, Y. O., Riznyk, O. I., Aleksieiev, O. G., Gutyj, B. V., Lysianska, H. P., & Kurinnyi, A. V. (2019). Anti-Inflammatory, Antiviral Veterinary Medicine with Immuno-Modulating Activity. *Research J. Pharm. and Tech.*, 12(11), 5455–5459. doi: 10.5958/0974-360X.2019.00909.0.
- Donchenko, G. V., Petrova, G. V., & Kapralov, A. A. (1990). Issledovanie jadernyh receptorov vitamina E v pecheni krys. Vsesojuznyj simpozium "Biohimija receptornyh sistem". Tallin, 16–17 (in Russian).
- Eghtesad, S., Poustchi, H., & Malekzadeh, R. (2013). Malnutrition in Liver Cirrhosis: The Influence of Protein and Sodium. *Middle East Journal of Digestive Diseases*, 5(2), 65–75. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24829672>.
- Halias, V. L., Kolotnytskyi, A., & Fedets, O. M. (2006). Bioloichna rol vitaminiv v orhanizmi tvaryn. Lviv (in Ukrainian).
- Holod, V. M. (1983). Belki syvorotki krovi v klinicheskoy i jeksperimental'noj veterinarii. Mn.: Urozhaj (in Russian).
- Holod, V. M., & Kurdeko, A. P. (2005). Klinicheskaja biohimija: Uchebnoe posobie. V 2-h chastjah. Vitebsk (in Russian).
- Hubskiy, Yu. I. (2009). Bioloichna khimiia. Kyiv-Vinnitsia; Nova Knyha (in Ukrainian).
- Ionov, I. A. (1997). Fizioloichnyi status ptytsi v embriogenezi ta postnatalnomu ontogenezi v zalezhnosti vid yii A-, E- ta K-vitaminnoi zabezpechenosti: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia d-ra s.-h. nauk: spets.: 03.00.13 "Fizioloichna liudyny ta tvaryn". Kharkiv (in Ukrainian).
- Kapralov, O. O. (2000). Rol vitaminu E u protsesakh funktsionuvannia klitynykh yader ta mitokhondrii pechinky shchuriv : avtoref. dys... d-ra biol. nauk: 03.00.04 / Kapralov Oleksandr Oleksandrovych; Kyivskiy natsiona-lnyi un-t im. Tarasa Shevchenka. K. (in Ukrainian).
- Kots, V. P. (2005). Vzaiemodiia vitaminiv A i E ta riadu mikroelementiv v orhanizmi kurei zalezhno vid rivnia v kormi: avtoref. dys. na zdobuttia nauk stupenia kand. biol. nauk: spets. 03.00.13 "Fizioloichna liudyny i tvaryn" Kharkiv (in Ukrainian).
- Kulyaba, O., Stybel, V., Gutyj, B., Turko, I., Peleno, R., Turko, Ya., Golovach, P., Vishchur, V., Prijma, O., Mazur, I., Dutka, V., Todoruk, V., Golub, O., Dmytriv, O., & Oseredchuk, R. (2019). Effect of experimental fascioliasis on the protein synthesis function of cow liver. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(4), 612–615. <https://www.ujecology.com/articles/effect-of-experimental-fascioliasis-on-the-protein-synthesis-function-of-cow-liver.pdf>.
- Lavryshyn, Y. Y., & Gutyj, B. V. (2019). Protein synthesis function of bulls liver at experimental chronic cadmium toxicity. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 21(94), 92–96. doi: 10.32718/nvlvet9417.
- Lavryshyn, Y. Y., Varkholyak, I. S., Martyschuk, T. V., Guta, Z. A., Ivankiv, L. B., Paladischuk, O. R., Murska, S. D., Gutyj, B. V., & Gufriy, D. F. (2016). The biological significance of the antioxidant defense system of animals body. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S. Z. Gzhytskyj*, 18, 2(66), 100–111. doi:10.15421/nvlvet6622 (in Ukrainian).
- Levchenko, V. I., Kondrakhin, I. P., & Vlizlo, V. V. (2015). Vnutrishni khvoroby tvaryn. Bila Tserkva (in Ukrainian).
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., & Vishchur, O. I. (2019). Morphological and biochemical indices of piglets' blood by the action of feed additive "Butaselmavit-plus". *The Animal biology*, 21(4), 65–70. doi: 10.15407/animbiol21.04.065.

- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., Vishchur, O. I., & Todo-riuk, V. B. (2019). Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(2), 27–30. doi: 10.32718/ujvas2-2.06.
- Nishchemenko, M. P., Stovbetska, L. S., & Samorai, M. M. (2014). Osoblyvosti zmin pokaznykiv obminu bilkiv u perepeliv pry zastosuvanni lizynu, metioninu ta treoninu. *Naukovyi visnyk Lvivskoho nats. un-tu. veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. H. Gzhytskoho*, 16, 2(59), 251–257 (in Ukrainian).
- Petrova, G. V., Kapralov, A. A., Izhokina, I. A., & Donchenko, G. V. (1994). Effect of alpha-tocopherol and ubiquinone on mitochondrial RNA polymerase activity. *Biochem. Mos.*, 59(4), 575–581. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8018780>.
- Pshenkina, N. N. (2011). Ctruktura al'bumina i transport lekarstv. *Medicinskij akademicheskij zhurnal*, 11(3), 3–15 (in Russian).
- Romanovych, L., Kurtyak, B., Romanovych, M., Vishchur, O., & Mudrak, D. (2018). Influence of vitamins E and C on the indices of pseudoeozinofiles fagocytosis in chickens broilers blood of cross ROSS-308. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(92), 169–171. doi: 10.32718/10.32718/nvlvet9235.
- Romanovych, N. (2017). Indicators of phagocytosis of blood pseudoiesinophils in chicken broilers under the action of BPS-44 and yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(78), 187–190. <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/1322>.
- Rudenko, S. S. (1998). Problemy doslidzhdennia prooksydantno-antyoksydantnoho homeostazu. *Naukovyi visnyk. Chernivtsi: ChDU; Biolohiia*, 20, 208 (in Ukrainian).
- Sljusar, N. V., & Subbotin, V. M. (1994). Dejstvie tilana na biosintez belkov pecheni i skeletnoj muskulatury kur. *Novye farmakologicheskie sredstva v veterinarii: 16-ja mezhgosudarstvennaja mezhvuzovskaja nauch.-praktich. konf. Sankt Peterburg*, 37–38 (in Russian).
- Taranov, M. T. (1976). Biohimija i produktivnost' zhivotnih. *Moskva; Kolos* (in Russian).
- Van der Vusse, G. J. (2009). Albumin as fatty acid transporter. *Drug Metab. Pharmacokinet*, 24(4), 300–307. doi: 10.2133/dmpk.24.300.
- Varkholiak, I. S., & Gutyj, B. V. (2020). The influence of the preparation “Bendamin” on the morphological and biochemical indices of blood of rats in experimental modeling of heart failure. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1), 38–41. doi: 10.32718/ujvas3-1.07.
- Vil'dman, A. R., Suraj, P. F., Ionov, I. A., & Sahackij, N. I. (1993). Vitaminy v pitanii zhivotnyh. *Har'kov: RIP “Original”* (in Russian).
- Vlizlo, V. V. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvii ta veterynarnii medytsyni. *Lviv; Spolom* (in Ukrainian).
- Vlizlo, V. V. (2015). Zhyrorozchynni vitaminy u veterynarnii medytsyni ta tvarynnystvii. *Monohrafiia. Lviv* (in Ukrainian).