

ДИНАМІКА ІНТЕНСИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОКИСНОЇ МОДИФІКАЦІЇ ПРОТЕЇНІВ І СТАН СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА ДІЇ ПРЕПАРАТУ БПС-44 ТА ДРІЖДЖІВ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

М. М. Романович¹, Б. М. Куртяк¹, М. С. Романович¹, О. І. Віщур², Д. І. Мудрак², І. О. Матюха²
romanovychmm@gmail.com

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького,
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

²Інститут біології тварин НААН,
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

Мета досліджень полягала у з'ясуванні впливу згодовування курчатам-бройлерам кросу Росс-308 у складі стандартного корму препарату БПС-44 та 1 і 2 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на інтенсивність процесів окисної модифікації протеїнів (ОМП) і стан системи антиоксидантного захисту (САЗ).

Дослід проводили на 4 групах курчат-бройлерів по 100 голів у кожній за схемою: курчатам контрольної групи згодовували стандартний комбікорм (СК) згідно з чинними нормами, рекомендованими для кросу Росс-308; перша дослідна група додатково до СК отримувала пробіотик БПС-44, виготовлений на основі виробничого штаму бактерій *Bacillus subtilis ssp. subtilis* 44-р дозою 0,21 г/кг, друга дослідна група — 1 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*; третя дослідна група — 2 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*. Дріжджі використовувались як пробіотик у сухому ліофілізованому вигляді у дозі 1 або 2 % від маси корму.

Матеріалом для проведення біохімічних досліджень слугувала кров курчат, яку брали з підкрильцевої вени у різні вікові періоди — у 27-, 34- і 41-добовому віці.

Результати проведених досліджень показали, що пробіотичні препарати спричиняють версифікований вплив на показники ОМП і активність САЗ. Зокрема констатовано інгібуючий вплив як пробіотики на основі штаму *Bacillus subtilis* 44, так і дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на інтенсивність накопичення продуктів окисної модифікації протеїнів у плазмі крові курчат. Цей вплив був більш виражений на 41-добу експерименту у курчат, яким застосовували 2 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*. Разом з цим, як свідчать результати експериментальних досліджень, за дії 1 і 2 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* в еритроцитах крові курчат зафіксовано підвищення супероксиддисмутазної (СОД) активності та зростання вмісту відновленого глутатіону (ВГ). Водночас необхідно зазначити, що в активності іншого ензиму системи антиоксидантного захисту — глутатіонпероксидази (ГП) істотних змін у віковій динаміці за впливу досліджуваних препаратів не виявлено.

На підставі проведених експериментальних досліджень можна стверджувати про позитивний вплив застосованих препаратів, особливо дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на інтенсивність ОМП та активність системи антиоксидантного захисту курчат-бройлерів.

Ключові слова: КУРЧАТА-БРОЙЛЕРИ, БПС-44, ДРІЖДЖІ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*, АНТИОКСИДАНТНИЙ ЗАХИСТ

DYNAMICS OF INTENSITY OF THE PROTEIN OXIDATIVE MODIFICATION PROCESSES AND THE STATE OF THE ANTIOXIDANT PROTECTION SYSTEM IN CHICKEN-BROILERS UNDER THE EFFECT OF BPS-44 AND THE DRIED PREPARATIONS OF *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

N. N. Romanovich¹, B. M. Kurtyak¹, M. S. Romanovich¹, O. I. Vishchur², D. I. Mudrak², I. O. Matiukha²
romanovychmm@gmail.com

¹Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after Stepan Gzhytsky,
50 Pekarska str., Lviv 79010, Ukraine

²Institute of Animal Biology NAAS,
38 V. Stus str., Lviv 79034, Ukraine

The purpose of the research was to find out the effects of the feeding of chicken broilers of Ross-308 cross with standard feed of BPS-44 and 1 and 2 % yeast *Saccharomyces cerevisia* on the intensity of the processes of oxidative modification of proteins (OMP) and the state of the antioxidant protection system (APS).

Experiments were conducted in 4 groups of 100 broiler chickens in each according to the scheme: the chickens of control group were fed with standard feed (SC) according to the existing norms recommended for the Ross-308 cross. The first experimental group in addition to the SC received a probiotic BPS-44, made on the basis of the production strain of bacteria *Bacillus subtilis* ssp. *subtilis* 44-p, dose 0.21 g/kg, second experimental group — 1 % yeast *Saccharomyces cerevisiae*; the third experimental group — 2 % yeast *Saccharomyces cerevisiae*. The material for conducting biochemical studies was the blood of chickens, which was taken from the subclavian vein at different age intervals: 27, 34 and 41 days of age.

The results of the conducted studies showed that the probiotic drugs under investigation caused a revised effect on the OMP and APS activity. In particular, the inhibitory effect was determined as a probiotic based on the strain of *Bacillus subtilis* 44 and yeast *Saccharomyces cerevisiae* on the intensity of the accumulation of products of oxidative modification of proteins in plasma of chickens. This effect was more pronounced on the 41st day of the chicken experiment, which used 2 % yeast *Saccharomyces cerevisiae*. However, as evidenced by the results of experimental studies, in the action of 1 and 2 % of yeast *Saccharomyces cerevisiae* in red blood cells of chickens, an increase in superoxide dismutase (SOD) activity and an increase in the content of reduced glutathione (RG) was observed. At the same time, when studying the activity of another enzyme of the system of antioxidant protection — glutathione peroxidase (GP), it should be noted that significant changes in age dynamics, as well as the influence of investigational drugs were not found.

Thus, based on the experimental studies, it is possible to state the positive effect of the studied drugs, and especially the yeast of *Saccharomyces cerevisiae* on the intensity of OMP and the activity of the system of antioxidant protection of broiler chickens.

Keywords: BROILERS CHICKENS, BPS-44, YEAST *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*, ANTIOXIDANT PROTECTION

ДИНАМИКА ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ОКИСНОЙ МОДИФИКАЦИИ ПРОТЕИНОВ И СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПРЕПАРАТА БПС-44 И ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Н. Н. Романович¹, Б. М. Куртяк¹, М. С. Романович¹, О. И. Вищур², Д. И. Мудрак², И. О. Матюха²
romanovychmm@gmail.com

¹Львовський національний університет ветеринарної медицини
і біотехнологій імені С. З. Гжицького,
ул. Пекарська, 50, г. Львів, 79010, Україна

²Інститут біології тварин НААН,
ул. В. Стуса, 38, г. Львів, 79034, Україна

Цель исследований заключалась в выяснении влияния скормливания цыплятам-бройлерам кросса Росс-308 в составе стандартного корма препарата БПС-44, 1 и 2 % дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на интенсивность процессов окислительной модификации протеинов (ОМП) и состояние системы антиоксидантной защиты (САЗ).

Опыт проводили на 4 группах цыплят-бройлеров по 100 голов в каждой по схеме: цыплятам контрольной группы скормливали стандартный комбикорм (СК) согласно существующих норм, рекомендованных для кросса Росс-308; первая опытная группа дополнительно к СК получала пробиотик БПС-44, изготовленный на основе производственного штамма бактерий *Bacillus subtilis* ssp. *subtilis* 44-p, дозой 0,21 г/кг, вторая опытная группа — 1 % дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*; третья опытная группа — 2 % дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Дрожжи в качестве пробиотика использовались в сухом лиофилизированном виде в дозе 1 или 2 % от массы корма.

Материалом для проведения биохимических исследований служила кровь цыплят, которую брали с подкрыльцовой вены в разные возрастные периоды: в 27-, 34- и 41-суточном возрасте.

Результаты проведенных исследований показали, что пробиотические препараты вызывают версифицированное влияние на показатели ОМП и активность САЗ. В частности констатировано ингибирующее влияние как пробиотика на основе штамма *Bacillus subtilis* 44, так и дрожжей *Saccharomyces*

cerevisiae на інтенсивність накоплення продуктів окислительної модифікації протеїнів в плазмі крові цыплят. Это влияние было выражено в большей степени на 41-сутки эксперимента у цыплят, которым применяли 2 % дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Вместе с тем, как свидетельствуют результаты экспериментальных исследований, под влиянием 1 и 2 % дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в эритроцитах крови цыплят зафиксировано повышение супероксиддисмутазной (СОД) активности и рост содержания восстановленного глутатиона (ВГ). В то же время необходимо отметить, что активность другого энзима системы антиоксидантной защиты — глутатионпероксидазы (ГП), существенных изменений в возрастной динамике при воздействии исследуемых препаратов не выявлено.

Таким образом, на основании проведенных экспериментальных исследований можно утверждать о положительном влиянии исследуемых препаратов и особенно дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на интенсивность ОМП и активность системы антиоксидантной защиты цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: ЦЫПЛЯТА-БРОЙЛЕРЫ, БПС-44, ДРОЖЖИ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*, АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА

За умов стрімкого розвитку промислового птахівництва, актуальною проблематикою залишається підвищення адаптаційного потенціалу організму птиці за дії технологічних чинників, які впливають на швидкість метаболічних процесів, дисбаланс антиоксидантної системи в критичні вікові періоди онтогенезу. Відомо, що за умов окисного стресу й надмірної генерації активних форм кисню (АФК) розвиваються процеси неконтрольованої окисної модифікації протеїнів; це спричиняє фрагментацію протеїнів, їх денатурацію, а також утворення первинних амінокислотних радикалів, які вступають у вторинну взаємодію з сусідніми амінокислотними залишками, що створює складну картину пошкоджувальної дії АФК на протеїнові макромолекули. Все це призводить до втрати протеїнами їх біологічної активності й порушення обмінних, зокрема регенеративних процесів [14, 20].

З метою підвищення антиоксидантного потенціалу організму птиці, до складу раціону вводять антиоксиданти різного походження [8]. У літературі трапляються поодинокі повідомлення про те, що деякі штами мікроорганізмів із пробіотичними властивостями здатні підтримувати прооксидантно-антиоксидантний баланс в організмі сільськогосподарської птиці на фізіологічному рівні [5].

Результатом постійного вдосконалення та пошуку нових форм і засобів захисту тварин від патологій різної етіології є перехід від широкого використання антибіотиків до інтенсивного впровадження у ветеринарну медицину пробіотиків. Саме використання пробіотиків дозволяє запобігти виникненню імунодефіцит-

них станів та супутніх їм захворювань у тварин і птиці [1, 16, 17]. Одними із них є препарат БПС-44 та дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, які мають стимулювальний вплив на імунну та антиоксидантну системи [5, 8].

З огляду на це, застосування препарату БПС-44 і дріжджів, зокрема *Saccharomices cerevisiae*, як пробіотиків для підвищення антиоксидантного захисту курчат-бройлерів є актуальним у науковому і практичному значенні [9].

Матеріали і методи

Дослідження проводили на курчатах-бройлерах кросу *Ross-308*, яких вирощували у фермерському господарстві «Федюк М» (с. Новосілки Золочівського р-ну Львівської обл.). Клінічно здорових курчат утримували на підлозі з вільним доступом до корму і води.

Дослід проводили на 4 групах курчат-бройлерів по 100 голів у кожній за схемою: курчатам контрольної групи згодували стандартний комбікорм згідно з чинними нормами, рекомендованими для кросу *Ross-308*; перша дослідна група додатково до СК отримувала пробіотик БПС-44 (реєстраційне посвідчення № 2154-04-0254-06 від 24.11.2006 р.), виготовлений на основі виробничого штаму бактерій *Bacillus subtilis ssp. subtilis* 44-р, дозою 0,21 г/кг, друга дослідна група — 1 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*; третя дослідна група курчат — 2 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* (рис. 1).

Для проведення досліджень кров у птиці брали у різні вікові періоди: у 27-, 34- і 41-добовому віці. Зразки крові брали з під-

Групи / Groups	Назва препарату Name of preparation	Схема застосування препарату Scheme of preparate application	Вік птиці (доби) Poultry age (days)
Контрольна Control	Без препарату without preparation	–	–
Дослідна 1 Experimental 1	БПС-44 / BPS-44	Три курси по 7 днів з 7-добовими перервами Three courses for 7 days with 7-days breaks	5–11 21–27 36–42
Дослідна 2 Experimental 2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> 1 %	Постійно / Constantly	4–43
Дослідна 3 Experimental 3	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> 2 %	Постійно / Constantly	4–43

Рис. 1. Схема застосування досліджуваних препаратів

Fig. 1. Scheme of the studied medicine application

крильцевої вени у 5 особин з кожної групи. В еритроцитах крові визначали супероксиддисмутазну активність за методом Е. Е. Дубининой і співавт. (1983), інтенсивність окисної модифікації протеїнів у плазмі крові визначали за методом, описаним Levine et al. (1990) і Dubinina et al. (1995) [2]. В еритроцитах крові визначали глутатіонпероксидазну активність (Моин В. М., 1986) [15] та вміст відновленого глутатіону (Батлер Е. зі співавт., 1963) [4].

Одержані цифрові дані опрацьовували статистично за допомогою комп'ютерного пакету програм *Microsoft Excel 2016*. Визначали середнє арифметичне значення та стандартну похибку середнього арифметичного. Для визначення вірогідних відмінностей між статистичними групами використовували критерій Стьюдента.

Результати й обговорення

З даних, наведених у табл. 1, бачимо, що у курчат-бройлерів контрольної групи інтенсивність процесів окисної модифікації протеїнів з віком суттєво не змінювалась і була приблизно на одному рівні. Подібні дані отримані також при дослідженні активності супероксиддисмутази — ключового ензиму системи антиоксидантного захисту організму. Разом з тим, дані літератури свідчать, що наприкінці ембріонального розвитку відбувається перехід від гіпоксії до гіпероксії в перші дні життя. У ранньому постнатальному онтогенезі супероксиддисмутазна активність знижується, тоді як пероксидазна, каталазна і глутатіонпероксидазна — зростає [6]. Активність каталази з віком зростає, що зі зниженням активності СОД відо-

бражає адаптаційні реакції організму, оскільки токсичність пероксиду водню в 10 разів менша, ніж активних форм кисню [18].

За даними інших авторів [17], у курчат раннього віку відбувається активація антиоксидантних ензимів поряд зі зростанням вмісту продуктів ПОЛ. Активність СОД і КАТ, вміст малонового діальдегіду та гідроперекисів ліпідів залежить від віку курчат, а також тканини чи органу та його функціонального стану.

З огляду на це, відсутність суттєвих змін у концентрації продуктів ОМП і активності СОД у крові курчат контрольної групи, ймовірно, можна пояснити тим, що вказані показники зазнають значних змін у перші тижні життя. Додавання до раціону птиці як пробіотики на основі штаму *Bacillus subtilis* 44, так і 1 та 2 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* супроводжувалось зниженням інтенсивності накопичення продуктів окисної модифікації протеїнів у плазмі крові.

Так, вміст альдегідних похідних оксидативної модифікації протеїнів упродовж усього експерименту був найменшим у крові курчат, які отримували 1 і 2 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* у складі комбікорму, проте різниці стосовно контролю не були вірогідними (табл. 1). Разом з цим, у плазмі крові курчат третьої дослідної групи у 41-добовому віці зафіксовано вірогідне зниження концентрації ОМП₄₃₀, що становило $7,47 \pm 0,52$ нмоль/мг протеїну ($P < 0,01$), тоді як у курчат контрольної групи цей показник був на рівні $10,2 \pm 0,21$ нмоль/мг протеїну.

Таким чином, ці, а також наведені вище дані свідчать про інгібуючий вплив досліджуваних пробіотичних препаратів на інтенсивність

Таблиця 1

Вміст альдегідних (ОМП₃₇₀) та кетонівих (ОМП₄₃₀) похідних окисної модифікації протеїнів у плазмі та супероксиддисмутазна активність в еритроцитах курчат-бройлерів (M±m, n=5)

Content of aldehyde (OMP₃₇₀) and ketonic (OMP₄₃₀) derivatives of oxygen modification of proteins and superoxide dismutase activity of erythrocytes in broiler chickens (M±m, n=5)

Показники / Indexes	Групи / Groups	Вік курчат-бройлерів, доби / Age of chickens, days		
		27	34	41
ОМП ₃₇₀ нмоль/мг протеїну OMP ₃₇₀ nmol·mg ⁻¹ protein	Контроль / Control	4,0±0,02	4,01±0,29	4,0±0,27
	Дослід 1 / Experimental 1	4,0±0,08	3,9±0,01	3,9±0,43
	Дослід 2 / Experimental 2	3,8±0,03	3,7±0,51	3,2±0,27
	Дослід 3 / Experimental 3	3,9±0,10	3,7±0,28	3,3±0,234
ОМП ₄₃₀ нмоль/мг протеїну, OMP ₄₃₀ nmol·mg ⁻¹ protein	Контроль / Control	10,4±0,08	10,2±0,51	10,2±0,21
	Дослід 1 / Experimental 1	9,6±0,36	8,9±0,84	7,9±0,65
	Дослід 2 / Experimental 2	10,1±0,47	7,6±1,37	8,3±0,65
	Дослід 3 / Experimental 3	9,6±0,96	8,6±0,08	7,5±0,52**
СОД, од. акт./мг протеїну×хв SOD, U·mg ⁻¹ protein	Контроль / Control	30,9±0,89	31,0±1,61	30,5±1,34
	Дослід 1 / Experimental 1	28,5±2,78	30,2±0,78	34,1±2,46
	Дослід 2 / Experimental 2	29,7±0,33	31,9±3,82	41,1±2,68**
	Дослід 3 / Experimental 3	34,6±2,32***	29,5±2,15	32,5±1,13

Примітка. У цій і наступній таблиці різниці статистично вірогідні порівняно з контролем: * — P≤0,05; ** — P≤0,01; *** — P≤0,001.

Note. In this and the following table, the differences are statistically significant compared to the control: * — P≤0,05; ** — P≤0,01; *** — P≤0,001.

Таблиця 2

Вміст відновленого глутатіону та глутатіонпероксидазна активність в еритроцитах курчат-бройлерів (M±m, n=5)
The content of reduced glutathione and glutathione peroxidase activity in broiler chickens erythrocytes (M±m, n=5)

Показники / Indexes	Групи / Groups	Вік курчат-бройлерів, доби / Age of chickens, days			
		11	27	34	41
Відновлений глутатіон, мкмоль/мл Reduced glutathione, μmol/ml	Контроль / Control	0,27±0,01	0,26±0,01	0,25±0,01	0,24±0,01
	Дослід 1 / Experimental 1	0,29±0,02	0,31±0,02*	0,27±0,02	0,27±0,02
	Дослід 2 / Experimental 2	0,29±0,03	0,27±0,01	0,31±0,02*	0,30±0,02**
	Дослід 3 / Experimental 3	0,30±0,02	0,30±0,01	0,30±0,003**	0,30±0,01**
Глутатіон-пероксидаза, нмоль Glutathione peroxidase, nmolGSH/min×mg protein	Контроль / Control	24,19±1,78	24,21±1,36	24,92±0,92	23,77±0,85
	Дослід 1 / Experimental 1	22,69±1,54	23,07±1,08	24,08±0,71	25,11±0,80
	Дослід 2 / Experimental 2	20,60±0,23	24,01±1,15	24,49±1,03	25,12±1,15
	Дослід 3 / Experimental 3	23,08±1,39	23,87±0,85	24,71±0,79	25,97±0,91

процесів ОМП, рівень яких значною мірою регулюється ензиматичною та неензиматичною ланками системи антиоксидантного захисту. Свідченням цього є виявлене нами підвищення активності досліджуваних ензимів у крові птиці. Зокрема, як бачимо з наведених у табл. 1 даних, застосування курчатам-бройлерам дослідних груп як пробіотика на основі штаму *Bacillus subtilis* 44, так і 1 та 2 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* спричиняло підвищення активності супероксиддисмутази — ензиму первинної ланки системи антиоксидантного захисту. При цьому у бройлерів другої дослідної групи активність вказаного ензиму у 41-добовому віці

зросла вірогідно на 35 % стосовно контролю, а у третій — у 27-добовому віці на 12 %.

Дослідженнями активності іншого ензиму системи антиоксидантного захисту — глутатіонпероксидази істотних змін у віковій динаміці, а також за впливу досліджуваних препаратів не зафіксовано. Вказані зміни сягають максимуму у період від 20- до 30-добового віку (табл. 2). Недостатній захист організму курей від АФК на другу і третю декаду життя спричиняє зміщення окисних процесів у сторону вільнорадикальних, зменшення концентрації ліпідів, фосфоліпідів, ретинолу, інгібування біосинтезу протеїну [6].

З наведених у табл. 2 даних бачимо, що вміст відновленого глутатіону у крові досліджуваної птиці за період експерименту істотно не змінювався і був на рівні референтних величин.

Разом з цим, привертає увагу вірогідне зростання вмісту відновленого глутатіону у крові птиці другої і третьої дослідних груп стосовно контрольної у 34- і 41-добовому віці ($P < 0,01-0,001$), а також у курчат, яким застосовували препарат БПС-44 на 27-му добу життя ($P < 0,05$). Ці дані свідчать, що досліджувані пробіотичні препарати спричиняють стимулювальний вплив на неензиматичну ланку глутатіонової системи антиоксидантного захисту.

На основі проведених результатів досліджень можна стверджувати, що застосовані пробіотичні препарати спричиняють позитивний вплив на інтенсивність ОМП, обмежуючи накопичення їх продуктів у плазмі курчат і посилюючи активність ензимів системи антиоксидантного захисту. Свідченням цього висновку є зростання чисельності даних щодо корисних ефектів пробіотиків, особливо тих, які важливі для опосередкування реакцій на оксидативний стрес [5, 9]. Стало відомим, що пробіотики можуть модулювати окисно-відновний статус реципієнта через їх здатність до хелатування іонів металів, регулюючи сигнальні шляхи та ензими, що продукують АФК [7]. Дослідниками встановлено, що пробіотики, як і вищі еукаріотичні організми, містять антиоксидантні ензими, найбільш відомим з яких є Mn-SOD та каталаза, що є аналогічними за структурними та біологічними властивостями до їх аналогів у тварин та рослин [2, 10]. Існує зацікавлення вчених до пошуку потенційних пробіотичних штамів, які можуть демонструвати потужні антиоксидантні властивості поряд з користю для здоров'я [7, 16]. Дослідженнями *in vitro* та *in vivo* показано, що пробіотики виявляють антиоксидантний потенціал [18].

Висновки

Констатовано інгібуючий вплив досліджуваних пробіотичних препаратів БПС-44 та

1 і 2 % дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на інтенсивність накопичення продуктів окисної модифікації протеїнів і стимулювальний — на активність системи антиоксидантного захисту у курчат-бройлерів.

Перспективи подальших досліджень.

Заплановане продовження досліджень та аналіз інших діагностично вагомих показників з рекомендаціями щодо оптимальних способів застосування пробіотичних препаратів у птиці.

1. Bokun A. A., Derevyanenko S. V. Application of probiotics in livestock breeding. *Veterinary Medicine*, 2002, pp. 94–97. (in Ukrainian).

2. Davies K. J. A. Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair, and replacement systems. *IUBMB Life*, 2000, vol. 50, issue 4–5, pp. 279–289. DOI: 10.1080/713803728.

3. Dubinina E. E., Salnikova L. A., Efimova L. F. Activity and isoenzyme spectrum of superoxide dismutase of human red blood cells and blood plasma. *Laboratory Practice*, 1983, no. 10, pp. 30–33. (in Russian)

4. Goryachkovsky O. M. *Determining the level of restored glutathione in red blood cells (method E. Butler, O. Dubon, B. Kelly, 1963). Clinical biochemistry*. Odesa, Astroprint, 1998, pp. 370–372.

5. Harms N. K., Bertel-Harms R. M., Bruer-Kleis D. Enzyme substitution therapy with yeast *Saccharomyces cerevisiae* in congenital sucrose isomaltase deficiency. *The New England Journal of Medicine*, 1987, vol. 316, pp. 1306–1309. DOI: 10.1056/NEJM198705213162104.

6. Kalitka V. V., Donchenko G. V. Antioxidant system and peroxide oxidation of lipids in chickens for postnatal ontogenesis. *Ukrainian biochemistry journal*, 1995, no. 2, pp. 80–85. (in Ukrainian)

7. Klaenhammer T. R., Kleerebezem M., Kopp M. V., Rescigno M. The effect of probiotics and prebiotics on the immune system. *Nature Reviews Immunology*, 2012, vol. 12, pp. 728–734. DOI: 10.1038/nri3312.

8. Kotsyumbas I. Ya., Rozhko M. S., Kushnir I. M. Application of probiotics in veterinary medicine. *Veterinary Medicine of Ukraine*, 2003, no. 10, pp. 15–17. (in Ukrainian)

9. Kovalchuk Ya. Ya. Influence of feeding of biomass of yeast of *Saccharomyces cerevisiae* on the antioxidant status of pigs. *Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Biology of NAAS and DNDKI of veterinary preparations and feed supplements*, 2006, vol. 7, no. 1–2, pp. 186–188. (in Ukrainian)

10. Landis G. N., Tower J. Superoxide dismutase evolution and life span regulation. *Mechanisms of Ageing and Development*, 2005, vol. 126, issue 3, pp. 365–379. DOI: 10.1016/j.mad.2004.08.012.

11. Meschyshen I. F. Method of determination of oxidative modification of plasma proteins (serum). *Bukovyna honey bulletin*, 1998, vol. 2, issue 1, pp. 156–158. (in Russian)

12. Meschyshen I. F., Poloviy V. P., Ryabov G. Ya., Azi Yu. M., Dorokhov S. I. Mechanism of oxidative modification of proteins, Oxidative modification of blood plasma proteins in patients in critical states, etc. *Anesthesiology and reanimatology*, 2000, no. 2, pp. 72–75. (in Russian)

13. Meshchyshen I. F., Poloviy V. P. The mechanism of oxidation of protein modification. *Bukovyna honey bulletin*, 1999, vol. 3, no. 1, pp. 196–205. (in Russian)

14. Mishra V., Shah C., Mokalsh N., Chavan R., Yadav H., Prajapati J. Probiotics as Potential Antioxidants: A Systematic Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2015, vol. 63, pp. 3615–3626. DOI: 10.1021/jf506326t.

15. Moin V. M. A simple and specific method for determining the activity of glutathione peroxidase in erythrocytes. *Laboratory Practice*, 1986, no. 12, pp. 724–727.

16. Pentilyuk S. I. Modern feed biologics. *Animal breeding of Ukraine*, 2005, no. 6, pp. 25–27. (in Ukrainian)

17. Petryankin F. P., Ivanova Yu. I. Use of probiotics in livestock and poultry farming. *The state of the problem of veterinary, hygiene and ecology in livestock: Materials of international scientific-practice conf.*, Cheboksary, 2004, pp. 450–453. (in Russian)

18. Simonenko M. M. Peroxide oxidation of lipids and indicators of protein metabolism in chicken broilers under different systems of maintenance and respiratory diseases. Autoref. of PhD thesis in agricultural science, Kyiv, 2005, 18 p. (in Ukrainian)

19. Stegnyy B. T., Truskova T. Yu. Probiotics in animal husbandry and some aspects of designing and application. *Probiotics — XXI century: Biology. Medicine. Practice: Materials Between People.* scientific-practical conference, Ternopil, 2004, 234 p. (in Ukrainian)

20. Tsekhimstrenko S. I., Polischuk V. M. Age features of the system of antioxidant protection of blood of ostriches. *Ukrainian biochemistry Magazine*, 2010, vol. 82, issue 5. (in Ukrainian)