



# Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 636.2:619:993.16

© 2021

## ПОЛІМОРФІЗМ СИСТЕМ БІЛКІВ КРОВІ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ У РЕПРОДУКТИВНІЙ ФУНКЦІЇ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

О.І. Стадницька<sup>1</sup>, В.В. Каплінський<sup>2</sup>

<sup>1</sup>кандидат сільськогосподарських наук

<sup>2</sup>кандидат ветеринарних наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшино Пустомитівського р-ну  
Львівської обл., 81115, Україна

e-mail: <sup>1</sup>stadnytskaolha@ukr.net, <sup>2</sup>vasyl.kaplinskiy@gmail.com  
ORCID; <sup>1</sup>0000-0001-6574-4068, <sup>2</sup>0000-0002-0138-9957X

Надійшла 4.01.2021

**Мета.** Оцінити репродуктивну здатність поголів'я тварин, визначити в сироватці крові поліморфні системи білкових макромолекул та ензимів і встановити їх зв'язок з показниками репродуктивної функції, резистентністю до акушерсько-гінекологічної патології у корів. Вивчити варіанти використання молекулярно-генетичного аналізу великої рогатої худоби для виявлення імуногенетичних маркерів з метою теоретичного обґрунтування їх застосування для формування високопродуктивного та резистентного до акушерсько-гінекологічної патології дійного стада корів. **Методи.** Дослідження проведено на 75-ти коровах української чорно-рябої молочної породи (західний внутрішньопородний тип) віком 5 – 9 років, живою масою 550 – 600 кг у ТзОВ «Молочні ріки». Акушерсько-гінекологічну диспансеризацію корів проводили за методикою М.В. Косенка та співавт. (2005). Критерієм оцінки репродуктивної функції корів були: тривалість тільності, час першого осіменіння після отелення, сервіс-період, індекс осіменіння; запліднюваність після першого осіменіння, всього запліднених (загальна кількість запліднених тварин за період досліджень), народження близнят. **Результати.** У відібраному матеріалі (проби крові від 75-ти корів) для генетико-біохімічних досліджень визначали поліморфні системи білків: постальбуміни, трансферини, гаптоглобуліни та ізоформи ензимів: каталази, пероксидази та сукцинатоксиддисмутази. Генетичну частоту алелів поліморфних систем білків і ферментів сироватки крові визначали за формулою Харді–Вайнберга. Частота алеля А трансферинового локусу у корів менша, а алеля D більша на 0,11 од. Це свідчить про те, що генетична частота до-

**сліджених поліморфних систем білків і ферментів сироватки крові корів у різних стадах неоднакова. Висновки. У корів-гомозигот і гетерозигот, тестованих за ізоформами каталази, істотної різниці за досліджуваними показниками репродуктивної функції не встановлено, оскільки фенотипи ізоформ глутатіонпероксидази та супероксиддисмутази під час їхнього поділу в поліакриламідному гелі були мономорфними. Народження близнят спостерігали у гомозигот К-АА.**

**Ключові слова:** макромолекули, ензими, молоко, маркери, патологія, продуктивність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202103-06>

У багатьох країнах світу проводять дослідження, які свідчать, що основним чинником стійкості корів до захворювань, є генетична детермінованість цієї ознаки, а ступінь резистентності певним чином залежить від спадкових властивостей батьків. Цим зумовлений інтерес до генетичних маркерів, застосування яких дає змогу здійснювати маркер-асоційовану селекцію і прогнозувати здоров'я тварин та їх господарсько-корисні якості. Зв'язок між сприйнятливістю навіть до однієї і тієї самої хвороби, але в різних порід тварин непостійний, тобто немає того самого генетичного маркера, що може бути пов'язаний з відсутністю генетичного зчеплення за полігенного успадкування хвороб. Тому пошук генетичних маркерів хворих і здорових тварин набуває особливого практичного значення для створення стад, стійких до хвороб, особливо акушерсько-гінекологічних [1–5].

Стаття містить результати аналізу показників репродуктивної функції та оцінки молочної продуктивності, випадки гінекологічних захворювань корів української чорно-рябої породи у зв'язку з визначеннями поліморфними системами білків сироватки крові та ензимів [6,7]. Отримані дані аналізу показників репродуктивної здатності корів з урахуванням поліморфних систем білків, ензимів крові свідчать про можливість їх використання для ведення цілеспрямованої селекції з метою створення високопродуктивного та резистентного до захворювань молочного стада корів [8,9].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У відібраному матеріалі (проби крові від 75-ти корів) для генетико-біохімічних досліджень визначали поліморфні системи білків: постальбуміни, трансферини,

гаптоглобуліни та ізоформи ензимів: каталази, пероксидази та сукцинатоксиддисмутази [10,11]. Генетичну частоту алелів поліморфних систем білків і ферментів сироватки крові визначали за формулою Харді–Вайнберга [12]. Частота алеля А трансферинового локусу у корів менша, а алеля D більша на 0,11 од. Це свідчить про те, що генетична частота досліджених поліморфних систем білків і ферментів сироватки крові корів у різних стадах неоднакова.

Корів-гомозигот з типом трансферину AD на 24,8 і 34,3 % відповідно більше, ніж гомозигот AA та DD. Корів-гетерозигот з типом трансферину AE та DE — однакова кількість — 1,5%, частота алеля E — 0,01. Вивченням постальбумінів та їх фенотипів виявлено, що у корів частота алелів A і B постальбумінового локусу неоднакова, частота алеля B вища на 0,08 од. За типами гаптоглобулінів корови-гомозиготи AA кількістю переважали гетерозигот AB на 10,5%, гомозигот BB — на 42,7%. Відповідно і частота алеля A у корів становила 0,73, що більше, ніж алеля B на 0,41 од.

У корів, тестованих за ізоформами ензиму каталази плазми крові, виявлено два фенотипи: одноалельний К-BB і двоалельний К-AB. Частота фенотипу BB становила 80, BB — 20%, а генетична частота алелів B і A — відповідно 0,9 і 0,1.

**Мета досліджень** — оцінити репродуктивну здатність поголів'я тварин, визначити в сироватці крові поліморфні системи білкових макромолекул та ензимів і встановити їх зв'язок з показниками репродуктивної функції, резистентністю до акушерсько-гінекологічної патології у корів. Вивчити варіанти використання молекулярно-генетичного аналізу великої рогатої худоби

для виявлення імуногенетичних маркерів з метою теоретичного обґрунтування їх застосування для формування високопродуктивного та резистентного до акушерсько-гінекологічної патології дійного стада корів.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили на 75-ти коровах української чорно-рябої молочної породи (західний внутрішньопородний тип) у віці 5–9 років, жива маса 550–600 кг у ТзОВ «Молочні ріки» Радехівського р-ну Львівської обл. Акушерсько-гінекологічну диспансеризацію корів проводили за методикою М.В. Косенка та співавт. (2005) [1].

Під час оцінки репродуктивної функції корів визначали: тривалість тільності, днів; час першого осіменіння після отелення, днів; сервіс-період, днів; індекс осіменіння; запліднюваність після першого осіменіння, %; усього запліднених (загальну кількість запліднених тварин за період досліджень), %; народження близнят, %. Стійкість корів до акушерської і гінекологічної патології визначали за частотою захворювань і ускладнень, а саме: до акушерської патології, %: у час тільності (аборти); родів (неправильні розміщення плода, слабкі потути і перейми, затримання посліду); післяродовий період (субінволюція, випадіння матки, післяродові ендометрити); до гінекологічної патології, %: гострі і хронічні ендометрити; персистентне жовте тіло, кісти (атрофія) яєчників. Щоб визначити повторення акушерських і гінекологічних захворювань у піддослідних тварин, встановити вірогідність відхилень, використовували розроблені коефіцієнти резистентності з урахуванням фізіологічних періодів: тільності, отелення, після отелення [2].

Матеріалом для генетико-біохімічних досліджень була кров корів. Поліморфізм білків сироватки крові — трансферинів, постальбумінів визначали методом диск-електрофорезу в 7,5%-му поліакриламідному гелі (ПААГ) за удосконаленою нами системою приготування розділяючих гелів (U. Laemmli, 1970), яка забезпечує економію часу і реактивів для приготування гелів [11].

Для оцінки фракційного складу білків сироватки крові, їх поліморфізму використовували метод типізації за В.М. Холодом (1983) [2]. Ізоформи ензимів (%) антиоксидантного захисту визначали методом електрофорезу:

каталази [13–15] та пероксидази [16,17] — у 7,5%-му ПААГ, супероксиддисмутази [18,19] — у 10%-му ПААГ.

Генетичну частоту алелів поліморфних систем білків і ферментів сироватки крові визначали за формулою Харді–Вайнберга. Аналіз показників репродуктивної функції корів з урахуванням поліморфних систем білків і ферментів сироватки крові, частоти акушерської і гінекологічної патології проведено за розробленою в лабораторії Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН програмою для IBM-сумісних персональних комп'ютерів (система управління базами даних «CLIPPER»). Статистичний аналіз одержаних результатів виконаний з використанням методів варіаційної статистики за М.О. Плохинським [20].

**Результати досліджень.** У відібраному матеріалі (проби крові від 75-ти корів) для генетико-біохімічних досліджень визначали поліморфні системи білків: постальбуміни; трансферини, гаптоглобуліни, ізоформи ензимів: каталази, пероксидази та сукцинатаксиддисмутази. Генетичну частоту алелів поліморфних систем білків і ферментів сироватки крові визначали за формулою Харді–Вайнберга. Частота алеля А трансферинового локусу у корів менша, а алеля D більша на 0,11 од., це свідчить про те, що генетична частота досліджених поліморфних систем білків і ферментів сироватки крові корів у різних стадах неоднакова.

Корів-гомозигот з типом трансферину AD на 24,8 і 34,3 % відповідно більше, ніж гомозигот AA та DD. Корів-гетерозигот з типом трансферину AE та DE — однакова кількість — 1,5%, частота алеля E — 0,01. Вивченням постальбумінів та їх фенотипів виявлено, що у корів частота алелів A і B постальбумінового локусу неоднакова, частота алеля B вища на 0,08 од. За типами гаптоглобулінів корови-гомозиготи AA кількістю переважали гетерозигот AB на 10,5% та гомозигот BB на 42,7%. Відповідно і частота алеля A у корів становила 0,73, що більше, ніж алеля B на 0,41 од.

У корів, тестованих за ізоформами ензиму каталази плазми крові, виявлено 2 фенотипи: одноалельний K-BB і двоалельний K-AB. Частота фенотипу BB становила 80,

**1. Частота алелів і фенотипів досліджених поліморфних систем білків та ензимів сироватки крові піддослідних корів**

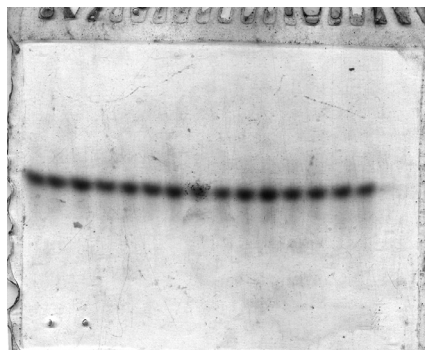
Кількість досліджених проб сироватки крові, n	Фенотипи трансферину					Алелі трансферину		
	AA	DD	AD	AE	DE	A	D	E
	n %							
75	17 27,8	11 16,7	33 51,2	1 1,6	1 1,5	0,55	0,43	0,01
	Фенотипи постальбуміну					Алелі постальбуміну		
75	AA	AB	BB	—	—	A	B	—
	9 12,7	43 62,7	15 21,6	—	—	0,45	0,55	—
	Фенотипи гаптоглобіну					Алелі гаптоглобіну		
75	AA	AB	BB	—	—	A	B	—
	32 50,7	26 41,0	7 9,2	—	—	0,71	0,28	—
	Фенотипи каталази					Алелі каталази		
75	K-AA	K-AB	—	—	—	K-A	K-B	—
	53 80,0	12 20,0	—	—	—	0,9	0,1	—

BB — 20%, а генетична частота алелів B і A — відповідно 0,9 і 0,1 (табл. 1).

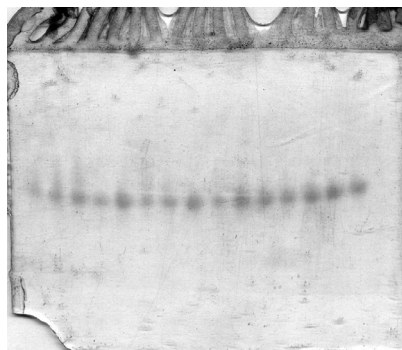
Фенотипи ізоформ глутатіонпероксидази та сукцинатоксиддисмутази під час їх поділу в ПААГ були монорморфні — характеризуються однією суцільною ізоформою та за характером візуальної оцінки нагадують фракцію альбуміну сироватки крові великої рогатої худоби — звичайно, за його виявлення на фореграмі ПААГ (рисунок). Показники репродуктивної функції: тривалість тільності, днів; час першого осіменіння

після отелення, днів; сервіс-період, днів; індекс осіменіння; запліднюваність після першого осіменіння, %; народження близнят, %, а також коефіцієнти частоти захворювань і ускладнень під час отелення та після отелення корів свідчать про те, що репродуктивна здатність тварин, тестованих за поліморфними системами білків (ензимів) крові, неоднакова (табл. 2).

У корів, тестованих за поліморфізмом ізоформ білків трансферину, постальбуміну, гаптоглобуліну та ензиму каталази,



а



б

**Фореграма ізоформ: а — глутатіонпероксидази; б — сукцинатоксиддисмутази**

**2. Показники репродуктивної функції корів у зв'язку з поліморфними системами білків та ензиму каталази крові (n=75)**

Фено- типи полі- морфних систем білків і ензимів	Досліджувані показники						
	Тривалість тільності, днів	Перше осіменіння після отелення, днів	Сервіс- період, днів	Індекс осіменіння	Заплідню- ваність після першого осіменіння	Усього заплід- нилося	Наро- дження близнят
	M±m				%		
<i>Трансферин</i>							
AA	279,9±1,72	57,7±2,75	85,9±5,83	1,54±0,10	58,4	88,5	5,7
DD	278,2±1,67	65,4±3,22	98,4±5,28	1,72±0,08	52,1	81,2	–
AD	272,3±0,78	62,3±2,31	94,7±3,71	1,73±0,05	48,1	82,0	–
AE	277,0±0,01	56,0±0,0	72,0±0,0	2,0±0,0	–	100	–
DE	278,0±0,0	62,0±0,0	131,0±0,02	3,0±0,0	–	100	–
<i>Постальбумін</i>							
AA	279,8±1,51	67,6±4,07	98,4±6,7	1,68±0,1	53,7	83,0	–
AB	289,9±0,98	60,5±1,75	94,3±3,19	1,83±0,05	41,2	83,7	2,3
BB	273,7±1,10	62,2±4,87	97,8±8,17	1,71±0,10	51,8	84,7	–
<i>Гаптоглобулін</i>							
AA	282,2±0,81	61,3±2,19	94,7±3,57	1,79±0,06	53,5	82,2	3,0
AB	281,2±1,56	63,7±2,61	100,8±4,43	1,98±0,08	44,5	88,0	–
BB	277,3±1,15	51,1±4,53	77,4±8,54	1,54±0,16	57,7	95,8	–
<i>Каталаза</i>							
K-AA	270,8±0,698	61,8±1,81	95,4±2,97	1,81±0,05	52,3	85,3	1,92
K-AB	282,3±2,77	58,6±3,47	87,7±6,7	1,78±0,11	48,4	81,3	–

тривалість тільності перебувала в межах фізіологічної норми — 278–288 днів.

У корів-гетерозигот AA за трансферинним локусом показники репродуктивної функції були кращі, ніж у гомозигот DD та гетерозигот AD, відповідно перше осіменіння після отелення у них проводили на 7,7 та 2,6 дня раніше, сервіс-період був менший на 12,5 та 8,8 дня, індекс осіменіння нижчий на 0,18–0,19 од., заплідненість вища на 5,4 та 4,6%. Крім того, у цієї групи корів народження близнят становило 5,6%.

У корів, тестованих за постальбуміновим локусом, істотної різниці за показниками репродуктивної функції не виявлено, частота акушерсько-гінекологічних захворювань також була однаковою. У гетерозигот AB народження близнят становило 2,4%. У корів із фенотипом трансферину AA в одній тварини було виявлено затримання посліду

та ендометрит, у гомозигот DD у двох корів — післяродовий ендометрит і мастит, а у гетерозигот AD — у двох корів було затримання посліду та гнійно-катаральний ендометрит. У корови з фенотипом трансферину DE також виявлено ендометрит і дисфункцію яєчників.

Також встановлено результати репродуктивної здатності у корів-гомозигот BB, тестованих за гаптоглобуліновим локусом. Перше осіменіння після отелення у них проводили раніше порівняно з гомозиготами AA на 9,3 дня та з гетерозиготами AB — на 12,7 дня, відповідно сервіс-період у них був менший на 17,2 та 24,4 дня, індекс осіменіння нижчий на 0,25 і 0,35 од., заплідненість вища на 15,6 та 9,8%. Частота захворювань на акушерсько-гінекологічну патологію була вищою у корів-гетерозигот з фенотипом гаптоглобуліну

АВ на 7–12% порівняно з гомозиготами. У гомозигот АА спостерігали народження близнят. У корів-гомозигот і гетерозигот, тестованих за ізоформами каталази,

істотної різниці за досліджуваними показниками репродуктивної функції не встановлено, народження близнят спостерігали у гомозигот К-АА.

## Висновки

У корів-гомозигот і гетерозигот, тестованих за ізоформами каталази, істотної різниці за досліджуваними показниками репродуктивної функції не встановлено. Народження близнят спостерігали у гомозигот К-АА. У корів, тестованих за поліморфними системами білків сироватки крові — гетерозигот АА за трансферинним локусом, показники репродуктивної функції були кращі, ніж у гомозигот DD та гетерозигот AD. Перше осіменіння після отелення у них проводили на 7,5 та 2,7 дня раніше, сервіс-період був менший на 12,6 та 8,5 дня, індекс осіменіння нижчий на 0,17–0,18 од., заплідненість вища на 5,3 та 4,5%. На порядок вищі показники репродуктивної здатності встановлено у корів-гомозигот ВВ, тестованих за гаптоглобуліновим локусом. Перше осіменіння після отелення у них проводили раніше порівняно з гомозиготами АА на 8,4 дня та з гетерозиготами АВ на 11,5 дня. Сервіс-період у них був менший на 16,1 та

24,2 дня, індекс осіменіння — нижчий на 0,22 і 0,32 од., заплідненість — вища на 14,9 та 8,7%. На акушерсько-гінекологічну патологію корови-гетерозиготи з фенотипом гаптоглобуліну АВ хворіли частіше на 7–12% порівняно з гомозиготами.

Результати аналізу показників репродуктивної здатності корів з урахуванням поліморфних систем білків, ензимів сироватки крові свідчать про доцільність їх використання для ведення цілеспрямованої селекції з метою створення високорезистентного до акушерсько-гінекологічних захворювань молочного стада корів. На перспективу планується проведення оцінки репродуктивної здатності стада корів з урахуванням зв'язку генеалогічної приналежності, досліджених поліморфних систем протеїнів, ензимів крові, лактоглобулінів та казеїнів молока для встановлення об'єктивної тест-системи високої продуктивності та резистентності до акушерсько-гінекологічних захворювань у тварин.

Stadnytska O.<sup>1</sup>, Kaplinsky V.<sup>2</sup>

Institute of Agriculture of Carpathian Region, 5, Hrushevskoho Str., Obroshyne village, Pustomyty region, Lviv oblast, 81115, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>stadnytskaolha@ukr.net, <sup>2</sup>vasyl.kaplinsky@gmail.com; ORCID: <sup>1</sup>0000-0001-6574-4068, <sup>2</sup>0000-0002-0138-9957X

### **Polymorphism of blood protein systems and its significance for the reproductive function of the Ukrainian black-spotted dairy cows**

**Goal.** To assess the reproductive capacity of livestock, to determine in the blood serum polymorphic systems of protein macromolecules and enzymes, and to establish their relationship with indicators of reproductive function, resistance to obstetric and gynecological pathology in cows. To study the options for using molecular genetic analysis of cattle to identify immunogenetic markers to theoretically substantiate their use for the formation of highly productive and resistant to obstetric and

gynecological pathology of dairy cows. **Methods.** The study was conducted in "Dairy Rivers, Ltd." on 75 cows of the Ukrainian black-spotted dairy breed (Western intra-breed type) aged 5–9 years, live weight 550–600 kg. Obstetric and gynecological examination of cows was performed according to the method elaborated by M. Kosenko et al. (2005). Criteria for assessing the reproductive function of cows were as follows: duration of pregnancy, time of the first insemination after calving, service period, insemination index; fertility after the first insemination, all fertilized (total number of fertilized animals during the study period), the birth of twins. **Results.** The material selected for genetic and biochemical studies (blood samples from 75 cows) contained the following polymorphic protein systems: post-albumins, transferrins, haptoglobin, and isoforms of enzymes: catalase, peroxidase, and succinate oxide dismutase. The genetic frequency of alleles of polymorphic systems of proteins and serum enzymes was determined using the Hardy–Weinberg formula.

The frequency of allele A of the transferrin locus in cows is lower, and that one of allele D is higher by 0.11 units. This indicates that the genetic frequency of the studied polymorphic systems of proteins and serum enzymes of cows in different herds is not the same. **Conclusions.** In cows-homozygotes and cows-heterozygotes tested for catalase isoforms, no significant difference in the studied indicators

of reproductive function was found, because the phenotypes of isoforms of glutathione peroxidase and superoxide dismutase during their separation in polyacrylamide gel were monomorphic. The birth of twins was observed in K-AA homozygotes.

**Key words:** macromolecules, enzymes, milk, markers, pathology, productivity.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202103-06>

## Бібліографія

1. Косенко М.В., Чухрій Б.М., Чайковська О.І. Відтворення молочного поголів'я. НВФ «Українські технології». 2005. 228 с.
2. Холод В.М. Белки сыворотки крови в клинической и экспериментальной ветеринарии. Минск: Ураджай, 1983. 77 с.
3. Ахметов Т.М. Использование методов маркервспомогательной селекции в молочном скотоводстве Республики Татарстан. Казань, 2009. 277 с.
4. Глазко Т.Т., Зубець М.В., Кушнир А.В. та ін. Генетичний компонент біорізноманіття великої рогатої худоби. Київ: КВИЦ, 2005. 200 с.
5. Копилов К.В., Копилова К.В., Арнаут К.О., Боярська А.В. Комплексний аналіз тварин великої рогатої худоби білоголової української та української чорно-рябої молочної порід за різними ДНК-маркерами. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква, 2010. Вип. 2 (70). С. 71–72.
6. Косенко М.В., Чухрій Б.М., Коцюмбас І.Я. та ін. Репродуктивна функція і диспансеризація бугаїв. НВФ «Українські технології», 2007. 186 с.
7. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. Москва: Наука, 1985. 272 с.
8. Луценко М.М., Іванишин В.В., Смоляр В.І. Перспективні технології виробництва молока: монографія. Київ: Видавничий центр «Академія», 2006. 192 с.
9. Яблонський В.А., Хомин С.П., Завірюха В.І. та ін. Біотехнологічні і молекулярно-генетичні основи відтворення тварин. Львів: Афіша, 2009. 217 с.
10. Королюк М.А., Іванова Л.І., Майорова І.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы. *Лаб. дело.* 1991. № 12. С. 9–10.
11. Каплінський В.В. До методики визначення білкових макромолекул організму тварин у поліакриламідному гелі. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок.* 2014. Вип. 15. № 2–3. С. 282–286.
12. Каплінський В.В. Репродуктивна здатність корів у зв'язку з генеалогічною належністю. *НТБ ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин.* 2016. Вип. 17. № 2. С. 251–254.
13. Влізла В.В., Федорук Р.С., Ратич І.Б. та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник; за ред. В.В. Влізла. Львів: СПОЛОМ, 2012. 764 с.
14. Woodbury W., Spencer A.K., Stahmann M.A. An improved procedure using ferricyanide for detecting catalase isozymes. *Analyt. Biochem.* 1971. V. 44. № 1. P. 301–305. doi: 10.1016/0003-2697(71)90375-7
15. Чевари С.Н., Андян Т.А., Штрэнгер Я.И. Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте. *Лаб. дело.* 1991. № 10. С. 9–13.
16. Моин В.М. Простой и специфический метод определения глутатионпероксидазы в эритроцитах. *Лаб. дело.* 1986. № 12. С. 16–19.
17. Karagodina N., Kolosov Y., Usatov A. et al. Influence of Various Bio- Stimulants on the Biochemical and Hematological Parameters in Porcine Blood Plasma. *World Applied Sciences J.* 2014. № 30. P. 723–726. doi: 10.5829/idosi.wasj.2014.30.06.82198
18. Beauchamp C., Fridovich I. Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Anal. Biochem.* 1971. V. 44. P. 276–287. doi: 10.1016/0003-2967(71)9370-8
19. Misra H.P., Fridovich I. Superoxide Dismutase and Peroxidase: A Positive Activity Stain Applicable to Polyacrylamide Gel Electropherograms. *Archives of Biochemistry and Biophysics.* 1977. V. 183. P. 511–515. doi: 10.1016/003-9861(77)90386-1
20. Плохинский Н.А. Биометрия. Москва: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1970. 366 с.