



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

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9242
http://nvlvet.com.ua

UDC 636.92.053.112.385.4

Influence of sulfur complex on hematological indicators of the rabbits

A.Z. Dychok-Niedzielska, Y.V. Lesyk

Institute of Animal of Biology NAAS, Lviv, Ukraine

Article info

Received 05.11.2018
Received in revised form
04.12.2018
Accepted 05.12.2018

Institute of Animal Biology of
NAAS, V. Stusa Str., 38, Lviv,
79000, Ukraine.
Tel.: +380-32-260-07-95
E-mail: anna1990vet@ukr.net

Dychok-Niedzielska, A.Z., & Lesyk, Y.V. (2018). Influence of sulfur complex on hematological indicators of the rabbits. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(92), 203–208. doi: 10.32718/nvlvet9242

The article presents results on the influence of different amounts of sulfur citrate, manufactured using nanotechnology and sodium sulfate in rabbit diet from 60 to 118 days of age on the hematological parameters of their organism. Studies have been conducted on 30 rabbits of the Hyla hybrid divided into six groups (control and five experimental), 6 animals in each. Animals were kept in regulated microclimate and illumination in mesh cages of 50×120×30 cm. Controlled rabbits fed without restriction a balanced granulated feed with free access to water. The young of the first (E-I), the second (E-II), the third (E-III) and the fourth (E-IV) experimental groups feed the diet of the control group and, during the day, dispensed sulfur citrate from the calculation of 2; 4; 8 and 12 mg S/kg body weight. Rabbits (E-V) of the experimental group fed the diet of the control group and set water with sodium sulfate (Na₂SO₄) in the amount of 40 mg S/kg body weight. In the preparatory period – 60 days and in the experimental period – at 91 and 118 days of life (31 and 58 days of delivery of supplements), blood samples were collected from the regional anterior vein of rabbits for hematological studies performed using an automatic hematologic analyzer (Orphee Mythic-18, Switzerland). Researches have shown that the administration of citrate sulfur in the amount of 8 mg S/kg of body weight was marked by a greater number of red blood cells and leukocytes, respectively, by 13.4 and 23.3% ($P < 0.05$) and with a higher level of HCT at 16.2% ($P < 0.05$), MCH, RDV and MCHC, respectively, 11.1; 14.5 and 2.6% ($P < 0.05$) on day 58 of the experiment compared with the control group. In the blood of animals in the 2nd experimental group, a higher concentration of hemoglobin ($P < 0.05$) was observed at 31 days and a higher HCT ($P < 0.05$) level was 58 days compared to control. Thus, the results of the study of the hematological parameters of the body of rabbits indicate their positive changes in the actions of the physiologically substantiated amount of organic sulfur, which contributed to the activation of metabolic processes.

Key words: rabbits, blood, nanosulfur, sodium sulphate, hematological indicators.

Вплив сполук сульфуру на гематологічні показники організму кролів

А.З. Дичок-Недзельська, Я.В. Лесик

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

У статті наведено дані щодо впливу різних кількостей цитрату сульфуру, виготовленого за допомогою нанотехнологій та сульфату натрію у раціоні кролів з 60 до 118-добового віку на гематологічні показники їхнього організму. Дослідження проведені на 30 кроликах породних гібридів Нула розділених на шість груп (контрольна і п'ять дослідних), по 6 тварин (самців) у кожній. Тварин утримували в приміщенні з регульованим мікрокліматом та освітленням у сітчастих клітках розміром 50×120×30 см. Кролям контрольної групи годували без обмеження збалансований гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Молодняку першої (Д-I), другої (Д-II), третьої (Д-III) і четвертої (Д-IV) дослідних груп годували корми раціону контрольної групи і впродовж доби випоювали цитрат сульфуру з розрахунку відповідно 2; 4; 8 і 12 мг S/kg маси тіла. Кролям (Д-V) дослідної групи годували корми раціону контрольної групи і з водою задавали сульфат натрію (Na₂SO₄) в кількості 40 мг S/kg маси тіла. У підготовчому періоді – на 60 добу і в дослідному – на 91 та 118 доби життя (31 та 58 доби випоювання добавок) відбирали зразки крові з крайової вусної вени кролів для гематологічних досліджень, які проводили за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора ("Orphee Mythic 18", Швейцарія). Дослідженнями встановлено, що введення у раціон кролів сульфуру цитрату у кількості 8 мг S/kg маси тіла відзначилося більшою кількістю еритроцитів і лейкоцитів відповідно на 13,4 і 23,3% ($P < 0,05$) та вищим від-

носним вмістом гематокритної величини на 16,2% ($P < 0,05$), середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті, ширини розподілу еритроцитів і концентрації гемоглобіну в еритроциті відповідно на 11,1; 14,5 і 2,6% ($P < 0,05$) на 58 добу експерименту порівняно з контрольною групою. У крові тварин II дослідної групи відзначено більшу ($P < 0,05$) концентрацію гемоглобіну на 31 добу та вищий рівень ($P < 0,05$) гематокритної величини на 58 добу дослідження порівняно з контролем. Таким чином, результати дослідження гематологічних показників кролів вказують на позитивні їх зміни, що були більше вираженими за дії фізіологічно обгрунтованої кількості органічної сполуки сульфору, 8 мг S/kg маси тіла, і сприяли активації процесів метаболізму в їхньому організмі.

Ключові слова: кролі, кров, цитрат сульфору, сульфат натрію, гематологічні показники.

Вступ

Однією з умов отримання високоякісної продукції кролівництва є повноцінна збалансована годівля тварин, яка дозволяє реалізувати закладений генетичний потенціал їхнього організму. Важливе значення у живленні кролів різних вікових груп займає збалансування раціонів за поживністю та мікро- і макроелементами (De Blas and Wiseman, 2010). Застосування регіональних кормів, залежно від біогеохімічної зони України призводить до дефіциту окремих мінеральних речовин (Zawislak and Święcicka, 2015; Rybarczyk and Łupkowska, 2016). У сучасному промисловому кролівництві важливим питанням є вивчення оптимальних кількостей есенціальних елементів, зокрема органічних сполук Сульфору, отриманих методом нанотехнології, що забезпечує можливість використання зв'язаних з органічними кислотами наночастинки елементів у тваринництві (Borysevych et al., 2010). Дослідженнями встановлено, що застосування у годівлі тварин карбоксилатів біогенних елементів, одержаних на основі нанобіотехнології забезпечує високу біологічну і екологічну безпечність цих сполук та біодоступність (Nesli and Kokini, 2009; Vernikov et al., 2009; Acosta, 2009; Chekman et al., 2012; Khomyn et al., 2013). Проте, механізм дії наноматеріалів на процеси обміну речовин організму, в тому числі й кролів за дії цитрату сульфору недостатньо вивчений. З літературних джерел відомо, що Сульфур, в організмі тварин бере участь в метаболізмі вітамінів, гормонів та ензимів, забезпечуючи їхню фізіологічну функцію. Роль Сульфору в обміні речовин визначається її участю в структурі сульфурвмісних амінокислот (метіоніну, цистину). Відомо, що потреба організму в Сульфурі забезпечується головним чином за рахунок сульфурвмісних амінокислот і частково гетероциклічних сполук – біотину і тіаміну (De Blas and Wiseman, 2010). Тому метою дослідження було вивчення впливу різних кількостей цитрату сульфору, отриманого методом нанотехнології та сульфату натрію на гематологічні показники організму кролів у період з 60 до 118 доби життя.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на молодняку кролів породного гібриду *Hyla* у ТзОВ "Горлиця" с. Добрянки Городоцького району Львівської області, поділених на шість груп (контрольну і п'ять дослідних), по 6 тварин у кожній, підібраних за принципом аналогів у віці 50 діб. Кролям контрольної групи згодовували вволю повнораціонний гранульований комбікорм з

вільним доступом до води. Тваринам першої (Д-I), другої (Д-II), третьої (Д-III) і четвертої (Д-IV) дослідних груп згодовували корми раціону контрольної групи і впродовж доби випоювали цитрат сульфору з розрахунку відповідно 2; 4; 8 і 12 мг S/kg маси тіла. Розчин сульфору цитрату (1,0 г/дм³, рН 1,38) отримано від ТзОВ "Наноматеріали і нанотехнології", м. Київ (Kosinov and Kaplunenko, 2008). Молодняку п'ятої (Д-V) дослідної групи згодовували корми раціону контрольної групи і з водою задавали сульфат натрію (Na₂SO₄) в кількості 40 мг S/kg маси тіла. Дослід тривав 68 діб, в тому числі підготовчий період 10 діб, дослідний – 58 діб. У підготовчому періоді – на 60 добу і в дослідному – на 91 та 118 доби життя (31 та 58 доби випоювання добавок) відбирали зразки крові з крайової вушної вени кролів для гематологічних досліджень за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора ("Orphee Mythic 18", Швейцарія). Усі маніпуляції з тваринами проводили відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Official Journal of the European Union L 276/33, 2010). Цифрові дані опрацьовували статистично з використанням t критерію Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Кров, як одна з найважливіших фізіологічних систем організму, відіграє значну роль у його життєдіяльності, обумовлюючи важливе значення гематологічних досліджень (Buiuklu et al., 2008). Аналіз одержаних результатів свідчить про позитивний вплив випоювання сульфору цитрату на показники червоної крові, залежно від його кількості та періоду випоювання (табл. 1). Зокрема, у крові тварин II і III дослідної групи, яким застосовували наносульфору цитрат з розрахунку 4 і 8 мг S/kg маси тіла концентрація гемоглобіну була відповідно вищою на 6,0 і 8,6% ($P < 0,05$) на 31 добу дослідження порівняно до контролю. Більше виражений дозозалежний вплив добавок на показники червоної крові, було відзначено за тривалішого їх застосування. Так, у крові тварин III дослідної групи встановлено більшу кількість еритроцитів відповідно на 13,4% ($P < 0,05$) та вищий рівень гематокриту на 16,2% ($P < 0,05$), середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті, ширини розподілу еритроцитів і концентрації гемоглобіну в еритроциті відповідно на 11,1; 14,5 і 2,6% ($P < 0,05$) на 58 добу експерименту порівняно з контрольною групою. У крові тварин II дослідної групи відзначено вищий на 11,6% ($P < 0,05$) відносний вміст гематокритної величини на завершальному етапі дослідження порівняно з контролем.

Таблиця 1

Показники еритроцитів крові кролів за випоювання цитрату сульфуру та сульфату натрію ($M \pm m, n = 4$)

Показник	Група	Періоди досліджень		
		Підготовчий 60 доба життя	Дослідний (вік/період згодовування добавок, доба)	
			91/31	118/58
Загальна кількість еритроцитів, $1 \times 10^{12}/л$	К	$5,4 \pm 0,58$	$5,1 \pm 0,21$	$5,2 \pm 0,26$
	Д-I	$5,3 \pm 0,41$	$5,5 \pm 0,12$	$5,7 \pm 0,13$
	Д-II	$5,3 \pm 0,81$	$5,5 \pm 0,22$	$5,8 \pm 0,18$
	Д-III	$5,2 \pm 0,20$	$5,7 \pm 0,11$	$5,9 \pm 0,10$ *
	Д-IV	$4,7 \pm 0,63$	$5,3 \pm 0,14$	$5,4 \pm 0,20$
	Д-V	$5,0 \pm 0,26$	$5,5 \pm 0,26$	$5,3 \pm 0,24$
Гемоглобін, г/л	К	$115,0 \pm 2,32$	$116,4 \pm 1,30$	$121,2 \pm 2,05$
	Д-I	$115,0 \pm 3,69$	$116,7 \pm 1,60$	$124,5 \pm 2,95$
	Д-II	$119,0 \pm 1,87$	$120,5 \pm 1,93$	$125,0 \pm 2,79$
	Д-III	$120,0 \pm 2,21$	$123,5 \pm 1,17$ *	$128,5 \pm 1,55$ *
	Д-IV	$118,2 \pm 3,15$	$126,5 \pm 2,46$ *	$127,0 \pm 2,51$
	Д-V	$117,7 \pm 1,49$	$119,2 \pm 1,49$	$117,2 \pm 1,60$
Гематокрит, л/л	К	$0,45 \pm 0,018$	$0,46 \pm 0,019$	$0,43 \pm 0,013$
	Д-I	$0,44 \pm 0,019$	$0,48 \pm 0,012$	$0,47 \pm 0,019$
	Д-II	$0,40 \pm 0,029$	$0,46 \pm 0,070$	$0,48 \pm 0,011$ *
	Д-III	$0,38 \pm 0,050$	$0,49 \pm 0,028$	$0,50 \pm 0,015$ *
	Д-IV	$0,47 \pm 0,019$	$0,47 \pm 0,012$	$0,47 \pm 0,016$
	Д-V	$0,48 \pm 0,016$	$0,47 \pm 0,018$	$0,46 \pm 0,016$
Середній об'єм еритроцита, фл	К	$84,8 \pm 1,73$	$88,5 \pm 0,64$	$89,8 \pm 2,89$
	Д-I	$88,9 \pm 1,26$	$87,8 \pm 0,76$	$88,8 \pm 1,24$
	Д-II	$86,2 \pm 1,43$	$87,3 \pm 1,66$	$90,8 \pm 1,36$
	Д-III	$85,0 \pm 1,05$	$86,2 \pm 0,89$	$89,7 \pm 1,13$
	Д-IV	$91,0 \pm 2,35$	$89,2 \pm 1,67$	$90,9 \pm 2,00$
	Д-V	$88,3 \pm 1,56$	$86,8 \pm 2,12$	$92,0 \pm 2,51$
Середній вміст гемоглобіну в еритроциті, п/г	К	$22,2 \pm 0,45$	$20,8 \pm 0,25$	$20,6 \pm 0,37$
	Д-I	$21,8 \pm 0,32$	$20,8 \pm 0,27$	$21,6 \pm 0,76$
	Д-II	$22,6 \pm 0,40$	$20,6 \pm 0,40$	$21,2 \pm 0,53$
	Д-III	$21,4 \pm 0,44$	$22,7 \pm 0,84$	$22,9 \pm 0,74$ *
	Д-IV	$23,1 \pm 0,62$	$21,1 \pm 0,28$	$21,0 \pm 0,37$
	Д-V	$21,8 \pm 0,27$	$20,8 \pm 0,46$	$21,7 \pm 0,63$
Ширина розподі- лу еритроцитів, %	К	$8,4 \pm 0,20$	$9,9 \pm 0,49$	$9,6 \pm 0,44$
	Д-I	$8,4 \pm 0,17$	$9,4 \pm 0,20$	$10,7 \pm 0,54$
	Д-II	$8,2 \pm 0,31$	$9,8 \pm 0,40$	$9,8 \pm 0,12$
	Д-III	$8,0 \pm 0,17$	$9,7 \pm 0,17$	$11,0 \pm 0,24$ *
	Д-IV	$8,2 \pm 0,42$	$9,7 \pm 0,33$	$9,5 \pm 0,27$
	Д-V	$8,4 \pm 0,43$	$10,1 \pm 0,49$	$10,2 \pm 0,17$
Середня концен- трація гемоглобіну в еритроциті, г/л	К	$253,2 \pm 2,25$	$235,2 \pm 2,15$	$233,0 \pm 1,22$
	Д-I	$249,5 \pm 2,50$	$236,1 \pm 2,90$	$233,7 \pm 1,12$
	Д-II	$249,5 \pm 3,54$	$236,8 \pm 2,15$	$234,2 \pm 1,58$
	Д-III	$248,7 \pm 3,80$	$238,5 \pm 1,90$	$239,2 \pm 1,72$ *
	Д-IV	$256,1 \pm 2,13$	$236,3 \pm 2,13$	$233,7 \pm 0,73$
	Д-V	$247,1 \pm 2,20$	$239,8 \pm 1,89$	$237,0 \pm 1,57$

Примітка: тут і далі * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$, порівняно з контрольною групою. К – контрольна група; Д-I-V – дослідні групи.

Отримані результати дослідження можуть свідчити про більше виражений дозозалежний вплив органічної сполуки сульфуру на гемопоетичну функцію організму кролів впродовж тривалого (58 діб) часу застосування добавки. Використання найменшої досліджуваної кількості цитрату сульфуру та сульфату натрію не призвело до вірогідних змін гематологічних показників організму кролів порівняно з контрольною групою, що може вказувати на менше виражений

вплив застосованих кількостей органічної та неорганічної сполук сульфуру.

Проведеними дослідженнями встановлено, що випоювання кролям різних кількостей сульфуру цитрату не суттєво впливало на рівень лейкоцитів, які зростали в межах фізіологічних величин (табл. 2). Зокрема, у крові кролів дослідних груп кількість лейкоцитів була вищою впродовж дослідження порівняно з контролем.

Таблиця 2

Показники лейкоцитів крові кролів за випоювання сульфур цитрату та сульфату натрію ($M \pm m, n = 4$)

Показник	Група	Періоди досліджень		
		Підготовчий 60 доба життя	Дослідний (вік/період згодовування добавок, доба)	
			91/31	118/58
Загальна кількість лейкоцитів, $1 \times 10^9/\text{л}$	К	10,2 ± 0,43	9,1 ± 0,81	10,0 ± 0,70
	Д-I	8,6 ± 0,10	9,7 ± 0,56	11,1 ± 0,97
	Д-II	8,7 ± 0,23	10,0 ± 0,83	10,9 ± 0,92
	Д-III	8,0 ± 1,48	9,9 ± 0,28	11,6 ± 0,50
	Д-IV	10,6 ± 0,71	9,5 ± 0,80	11,5 ± 0,63
	Д-V	8,8 ± 0,22	9,2 ± 0,24	10,6 ± 1,31
Загальна кількість лімфоцитів, $1 \times 10^9/\text{л}$	К	4,3 ± 0,21	3,2 ± 0,46	3,6 ± 0,35
	Д-I	4,2 ± 0,31	3,4 ± 0,22	4,7 ± 0,61
	Д-II	3,7 ± 0,47	3,6 ± 0,45	3,7 ± 0,86
	Д-III	3,2 ± 1,03	3,7 ± 0,60	4,4 ± 0,21
	Д-IV	4,2 ± 0,49	3,1 ± 0,22	3,9 ± 0,16
	Д-V	3,0 ± 0,85	3,2 ± 0,16	3,9 ± 0,23
Загальна кількість моноцитів, $1 \times 10^9/\text{л}$	К	1,8 ± 0,13	1,7 ± 0,31	2,0 ± 0,15
	Д-I	1,5 ± 0,17	1,9 ± 0,31	1,8 ± 0,34
	Д-II	1,3 ± 0,30	1,7 ± 0,26	2,1 ± 0,35
	Д-III	1,2 ± 0,34	1,8 ± 0,17	2,2 ± 0,26
	Д-IV	1,5 ± 0,28	1,5 ± 0,13	2,3 ± 0,18
	Д-V	1,7 ± 0,13	1,8 ± 0,15	2,1 ± 0,34
Загальна кількість гранулоцитів, $1 \times 10^9/\text{л}$	К	4,1 ± 0,67	4,2 ± 0,23	4,4 ± 0,24
	Д-I	2,9 ± 0,26	4,4 ± 0,18	4,6 ± 0,14
	Д-II	3,7 ± 0,32	4,7 ± 0,28	5,1 ± 0,59
	Д-III	3,6 ± 0,20	4,4 ± 0,21	5,0 ± 0,35
	Д-IV	4,9 ± 0,21	4,9 ± 0,45	5,4 ± 0,57
	Д-V	4,1 ± 0,10	4,2 ± 0,11	4,6 ± 0,33

Таблиця 3

Показники тромбоцитів крові кролів за випоювання сульфур цитрату та сульфату натрію ($M \pm m, n = 4$)

Показник	Група	Періоди досліджень		
		Підготовчий 60 доба життя	Дослідний (вік/період згодовування добавок, доба)	
			91/31	118/58
Загальна кількість тромбоцитів, $1 \times 10^9/\text{л}$	К	534,0 ± 25,18	595,0 ± 20,16	508,8 ± 14,16
	Д-I	531,5 ± 13,40	603,1 ± 23,08	536,2 ± 16,13
	Д-II	585,2 ± 21,42	656,4 ± 26,70	545,1 ± 22,03
	Д-III	563,5 ± 12,12	598,6 ± 19,28	515,5 ± 27,88
	Д-IV	519,5 ± 26,46	631,0 ± 23,68	506,7 ± 11,04
	Д-V	476,5 ± 20,13	507,7 ± 31,24	553,2 ± 16,54
Середній об'єм тромбоцита, фл	К	5,0 ± 0,11	4,5 ± 0,17	4,6 ± 0,12
	Д-I	4,8 ± 0,16	4,7 ± 0,10	4,8 ± 0,13
	Д-II	4,8 ± 0,08	4,9 ± 0,06	4,9 ± 0,08
	Д-III	5,0 ± 0,10	4,8 ± 0,19	4,9 ± 0,16
	Д-IV	5,0 ± 0,19	4,8 ± 0,08	4,7 ± 0,29
	Д-V	4,9 ± 0,13	4,9 ± 0,10	4,8 ± 0,13
Тромбокрит, %	К	0,279 ± 0,01	0,317 ± 0,02	0,354 ± 0,09
	Д-I	0,293 ± 0,01	0,340 ± 0,03	0,220 ± 0,01
	Д-II	0,357 ± 0,05	0,358 ± 0,04	0,288 ± 0,03
	Д-III	0,365 ± 0,01	0,379 ± 0,02	0,290 ± 0,02
	Д-IV	0,336 ± 0,05	0,361 ± 0,05	0,196 ± 0,01
	Д-V	0,300 ± 0,01	0,208 ± 0,05	0,196 ± 0,02
Ширина розподілу тромбоцитів по об'єму, %	К	12,8 ± 0,12	14,9 ± 0,43	14,8 ± 0,89
	Д-I	12,8 ± 0,74	13,8 ± 0,17	13,1 ± 0,39
	Д-II	14,3 ± 1,43	13,9 ± 0,70	13,3 ± 0,43
	Д-III	11,4 ± 0,60	14,4 ± 1,05	14,9 ± 0,23
	Д-IV	14,4 ± 1,10	13,7 ± 0,39	13,1 ± 0,98
	Д-V	13,3 ± 0,35	14,8 ± 0,53	12,2 ± 0,79

Відомо, що основне завдання лейкоцитів – формування механізму захисту від чужорідних агентів. Лей-

коцити відіграють провідну роль у формуванні імунних реакцій, що є частиною системи гуморального

імунітету (Isaac et al., 2013). Отримані результати дослідження можуть свідчити про більше виражений позитивний дозозалежний вплив цитрату сульфору на неспецифічні чинники захисту організму та їх стимулювальний вплив на гемопоез, що підтверджують інші автори (Togun et al., 2007).

Випоювання дослідним тваринам сполук сульфору цитрату не мало суттєвого впливу на рівень тромбоцитарних індексів у крові кролів (табл. 3). Дані показники були у межах фізіологічних величин упродовж підготовчого та дослідних періодів у порівнянні з контролем. Це може свідчити про відсутність негативного впливу на організм кролів за випоювання органічної та неорганічної сполук сульфору. В організмі ссавців тромбоцити відіграють важливе значення за фізіологічної норми. Вони постійно циркулюють у крові й підтримують нормальну структуру і функцію судин, беруть участь у процесах коагуляції. Порушення однієї з функцій призводить до змін у системі гемостазу (Papa et al., 2008).

Незважаючи на мінливість гематологічних показників в організмі кролів залежно від породних та індивідуальних особливостей, індекси еритроцитів, лейкоцитів та тромбоцитів були в межах фізіологічних параметрів (Ihedioha et al., 2004). Однак, окремі результати червоної і білої крові у тварин III дослідної групи порівняно з контролем, яким впродовж доби випоювали цитрат сульфору з розрахунку 8 мг S/кг маси тіла, були вірогідно вищими, що може свідчити про дозозалежний вплив цитрату сульфору на організм кролів.

Висновки

1. Застосування у раціоні кролів цитрату S у кількості 8 мг S/кг маси тіла зумовлювало стимулювальний вплив на гемопоетичну функцію організму кролів, що позначилося більшою кількістю еритроцитів, лейкоцитів та концентрації гемоглобіну як в окремому еритроциті, так і в крові загалом, ширини розподілу еритроцитів та відносного вмісту гематокритної величини ($P < 0,05$) на 58 добу дослідження порівняно з контрольною групою.

2. У крові тварин, яким випоювали цитрат сульфору з розрахунку 4 мг S/кг маси тіла, встановлено більшу ($P < 0,05$) концентрацію гемоглобіну на 31 добу та вищий відносний рівень ($P < 0,05$) гематокритної величини на 58 добу дослідження порівняно з контролем.

Перспективи подальших досліджень. Провести дослідження з вивчення впливу фізіологічно обґрунтованих кількостей цитрату сульфору та сульфату натрію на відтворну здатність кролематок та збереженість приплоду у підсисний період.

References

Acosta, E. (2009). Bioavailability of nanoparticles in nutrient and nutraceutical delivery. *Current Opinion in*

- Colloid and Interface Science*, 14(1), 3–15. doi: 10.1016/j.cocis.2008.01.002.
- Borysevych, V.B., Kaplunenko, V.H., & Kosinov, M.V. (2010). *Nanomaterialy v biolohii. Osnovy nanoveterynarii*. Posibnyk. K.: VD “Avitsena” (in Ukrainian).
- Buiuklu, H., Salii, V., & Yalovenko, A. (2008). *Perspektyvy vidrozhennia haluzi molochnoho i m'iasnoho skotarstva na Khersonshchyni. Tvarynytstvo Ukrainy*, 9–10, 7–8 (in Ukrainian).
- De Blas, C., & Wiseman, J. (2010). *Nutrition of the Rabbit*. 2nd Edition. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Isaac, L.J., Abah, G., Akpan, B., & Ekaette, I.U. (2013). Haematological properties of different breeds and sexes of rabbits. *Proc. of the 18th Annual Conf. of Anim. Sci. Assoc. of Nig.*, 24–27.
- Ihedioha, J.T., Okafor, C., & Ihedioha, T.E. (2004). The haematological profile of the Sprague Dawley out bred albino rat in Nsukka. *Animal Research International*, 1(2), 125–132. doi: 10.4314/ari.v1i2.40755.
- Chekman, I.S., Ulberh, Z.R., & Malanchuk, V.O. (2012). *Nanonauka, nanobiolohiia, nanofarmatsiia*. Polihrafius, Kyiv (in Russian).
- Khomyn, M.M., Fedoruk, R.S., & Khrabko, M.I. (2013). *Fizioloho-biokhimichni vplyv tsytrativ nanochastynok khromu ta selenu v orhanizmi shchureniat*. *Biolohiia tvaryn*, 15(4), 141–149 (in Ukrainian).
- Kosinov, M.V., & Kaplunenko, V.H. (2009). Patent Ukrainy na korysnu model № 38391. *Sposib otrymannia karboksylativ metaliv “Nanotekhnolohiia otrymannia karboksylativ metaliv”*. MPK (2006): C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/126 (2008.01), C07C 53/10 (2008.01), A23L 1/00, B82B 3/00. Opubl. 12.01.2009, biul. № 1/2009. <http://uapatents.com/5-38391-sposib-otrimannya-karboksylativ-metaliv-nanotekhnologiya-otrimannya-karboksylativ-metaliv.html> (in Ukrainian).
- Nesli, S., & Kokini, J. (2009). Nanotechnology and its applications in the food sector. *Trends in Biotechnology*, 27(2), 82–89. doi: 10.1016/j.tibtech.2008.10.010.
- Official Journal of the European Union L276/33, 2010. Directive 2010/63/EU of The European Parliament and of The Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. 86/609/EC. 20.10.2010.
- Papa, A., Emdin, M., Passino, C., Michelassi, C., Battaglia, D., & Cocci, F. (2008). Predictive value of elevated neutrophil-lymphocyte ratio on cardiac mortality in patients with stable coronary artery disease. *Clin. Chim. Acta*, 395(1), 27–31. doi: 10.1016/j.cca.2008.04.019.
- Rybarczyk, A., & Łupkowska, A. (2016). Meat quality of mongrel rabbits and the crosses of the California and New Zealand white breeds. *Nauka Przyroda Technologie*, 10(1), 1–9. doi: 10.17306/J.NPT.2016.1.2
- Vernikov, V.M., Arianova, E.A., Gmoshinskij, I.V., Hotimchenko, S.A., & Tutel'jan, V.A. (2009).

- Nanotehnologii v pishhevyh produktah: perspektivy i problemy. *Voprosy pitaniya*, 78(2), 4–17 (in Russian).
- Togun, V.A., Oseni, B.S.A., Ogundipe, J.A., Arewa, T.R., Hammed, A.A., Ajonijebu, D.C., Oyeniran, A., Nwosisi, I., & Mustapha, F. (2007). Effects of chronic lead administration on the haematological parameters of rabbit — a preliminary study. *Proc. of the 41st Conf. of the Agric. Soc. of Nig.*, 341.
- Zawislak, J., & Świecicka, N. (2015). Analiza czynników wpływających na końcową masę ciała u wybranych ras królików. *Journal of Central European Agriculture*, 16(2), 28–37. doi: 10.5513/JCEA01/16.2.1582.