



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/nvlvet9240
<http://nvlvet.com.ua>

UDC 636.92.053.112.385.4

The effect of silicon compounds on hematological indicators and content of lipids in blood of rabbits

A.I. Ivanitskaya, Ya.V. Lesyk

Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

Article info

Received 02.11.2018
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.: +38-068-503-46-25
E-mail: lesykyv@gmail.com*

Ivanitskaya, A.I., & Lesyk, Ya.V. (2018). The effect of silicon compounds on hematological indicators and content of lipids in blood of rabbits. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(92), 190–196. doi: 10.32718/nvlvet9240

The aim of the study was to find out the effect of casting of citrate nanosilicon absorption and metasilicate sodium on the hematological parameters and lipid content and their fractional composition in blood plasma preparatory period 10 days prior to insemination and 20 days of lactation. The research was carried out on 60 rabbits of the Hyla hybrid, divided into three groups (control and two experimental), with 20 animals in each. The control animals were fed without limitation full-grain granulated feed with free access to water. Animals of the first experimental group (E-I) fed the diet of the control group and during the course of the day poured out the silicon citrate obtained using the nanotechnology method, 50 mkg Si/kg body weight with water. Samples of the second experimental group (E-II) feed the diet of the control group and set the sodium metasilicate ($\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{H}_2\text{O}$) 2.5 mg Si/kg body weight with water. The trial lasted 95 days, including the preparatory period of 10 days, the trial – 85 days. In the preparatory period of 10 days from the beginning of the study and in a trial of 20 days of lactation (65 days of supplements) in the rabbits, samples of blood from the marginal ear vein were taken. Hematologic studies were performed using the automatic hematologic analyzer “Orphee Mythic 18”, in the blood plasma, the content of total lipids and their fractional composition were determined. It was established that the number of erythrocytes and hemoglobin concentration in the blood of the rabbits of experimental group, which were given silicon citrate, were respectively higher by 15.2% ($P < 0.05$) and 12.0% ($P < 0.01$) by 20 days lactation versus control. This may indicate a more pronounced effect of the organic compound of silicon on the hematopoietic function of the body of the rabbits. According to white blood, the differences from control were found during the presentation of supplements with higher ($P < 0.05$) changes in 20 days of lactation in animal blood and experimental group. It was noted that the content of triacylglycerols in plasma of blood of groups I and II was lower by 31.2 and 32.8%, respectively ($P < 0.05$) compared to control. In blood plasma of animals in experimental groups an increase in the fractions of phosphatidylcholine, sphingomyelin and lysolecetin was observed compared to control. Such a redistribution was due to the reduction of the fractions of phosphatidic acid, phosphatidyl ethanolamine and phosphatidylinositol, and apparently, is associated with changes in the activity of the enzymes concerned. Hematological studies and determination of the fractional composition of lipids and phospholipids of blood plasma of the rabbits show positive changes that contribute to the metabolic accumulation of energy and plastic components of their organism.

Key words: rabbit, blood, silicon citrate, metasilicate of sodium, general lipids, phospholipides, fragmental composition.

Вплив сполук силіцію на гематологічні показники та вміст ліпідів у крові кролематок

А.І. Іваницька, Я.В. Лесик

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Метою дослідження було з'ясувати вплив випоювання наносиліцію цитрату та метасилікату натрію на гематологічні показники та вміст ліпідів і їх фракційний склад у плазмі крові кролематок за 14 діб до осіменіння та на 20 добу лактації. Дослідження

проводили на 60-ти кролематках другого окролу гібриду *Hyla*, поділених на три групи (контрольну і дві дослідних), по 20 тварин у кожній. Кролематкам контрольної групи (К) згодували без обмеження повнораціонний гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Тваринам першої дослідної групи (Д-I) згодували корми раціону контрольної групи і впродовж доби випоювали силіцію цитрат, з розрахунку 50 мг Si/kg маси тіла, отриманого з використанням методу нанотехнології. Самцям другої дослідної групи (Д-II) згодували корми раціону контрольної групи і з водою задавали метасилікат натрію ($\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{H}_2\text{O}$) в кількості 2,5 мг Si/kg маси тіла. Дослід тривав 95 діб, в тому числі підготовчий період 10 діб, дослідний – 85 діб. У підготовчому періоді на 10 добу від початку дослідження та у дослідному на 20 добу лактації (65 доба випоювання добавок) у кролематок відбирали зразки крові з крайової вушної вени. Гематологічні дослідження проводили за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора “Orphee Mythic 18”, у плазмі крові визначали вміст загальних ліпідів та їх фракційний склад. Встановлено, що кількість еритроцитів та концентрація гемоглобіну в крові кролематок I дослідної групи, яким випоювали цитрат силіцію, були відповідно вищими на 15,2% ($P < 0,05$) і 12,0% ($P < 0,01$) на 20 добу лактації порівняно з контролем. Це може свідчити про більше виражений вплив органічної сполуки силіцію на гемопоетичну функцію організму кролематок. За показниками білої крові відмінності від контролю були виявлені впродовж випоювання добавок з вищими ($P < 0,05$) змінами на 20 добу лактації у крові тварин I дослідної групи. Відзначено, що вміст триацилгліцеролів у плазмі крові I і II дослідних груп був відповідно нижчим на 31,2 і 32,8% ($P < 0,05$) порівняно з контролем. У плазмі крові тварин дослідних груп спостерігалось збільшення фракцій фосфатидилхоліну, сфінгомеліну та лізолециту порівняно з контролем. Такий перерозподіл відбувався за рахунок зменшення фракцій фосфатидної кислоти, фосфатидилетаноламіну та фосфатидилінозиту і, очевидно, пов'язаний зі змінами активності відповідних ферментів. Отже, гематологічні дослідження та визначення фракційного складу ліпідів та фосфоліпідів плазми крові кролематок вказують на їх позитивні зміни, що сприяють процесам метаболічного нагромадження енергетичних і пластичних компонентів їхнього організму.

Ключові слова: кролематки, кров, цитрат силіцію, метасилікат натрію, загальні ліпіди, фосфоліпіди, фракційний склад.

Вступ

Мінеральні речовини відіграють важливе значення у регуляторних процесах організму кролів. Важливим у живленні кролематок, особливо у період фізіологічного навантаження, є біодоступність мікро- та макроелементів в їхньому організмі (De Blas and Wiseman, 2010). Зараз активно проводяться дослідження з вивчення впливу в організмі тварин мінеральних речовин з використанням нанотехнології, зокрема наносиліцію цитрату (Borysevych et al., 2010). Біологічна роль Силіцію в життєдіяльності сільськогосподарських тварин є багатогранною, але механізми впливу є нез'ясованими (Powell et al., 2005). З літературних джерел відомо, що Силіцій необхідний для росту і розвитку тварин, формування кісткової і сполучної тканин, задіяний в обмінних процесах ліпідів, протеїнів, вуглеводів, макро- і мікроелементів та вітамінів (Jugdaohsingh et al., 2008; 2015). Є повідомлення, що згодовування сполук силіцію у раціоні кролів зменшує вміст ліпідів та знижує атеросклеротичні зміни в аорті (Trincã et al., 1999). Проблемою сучасного промислового кролівництва є застосування в раціоні компонентів добавок, що негативно впливають на гематологічні показники та організм тварин загалом (Aro et al., 2013; Isaak et al., 2013). Крім цього, дослідження профілю крові кролів залежно від складників раціону може вказувати на необхідність їхнього коригування (Togun et al., 2007). У науковій літературі описано функції Силіцію в біологічних системах і вплив його деяких сполук на фізіологічні процеси. На сьогодні Силіцій привертає дедалі більше уваги вчених всього світу, оскільки його наночастинки досліджують як носії для білкових молекул. Наночастинки Силіцію мають велику активну поверхню, хімічно і термічно стабільні, добре суспензуються у водних розчинах та інертні у доквіллі (Genyk, 2014). Однак питання нормування кількостей органічних сполук силіцію у раціоні кролематок в періоди фізіологічних навантажень (лактації, сукрільності та їх поєднання) за промислового ведення кролівництва та їх впливу на обмінні процеси в організмі не вивчені. Тому метою

дослідження було з'ясувати вплив випоювання наносиліцію цитрату, отриманого методом нанотехнології та метасилікату натрію на гематологічні показники та вміст ліпідів у плазмі крові кролематок у період за 14 діб до осіменіння та на 20 добу лактації.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на кролематках другого окролу породи *Hyla* у ТЗОВ “Горлиця” с. Добрянки Городоцького району Львівської області, поділених на три групи (контрольну і дві дослідних), по 20 тварин у кожній, підібраних за принципом аналогів. Кролематкам контрольної групи (К) згодували без обмеження повнораціонний гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Тваринам першої дослідної групи (Д-I) згодували корми раціону контрольної групи і впродовж доби випоювали силіцію цитрат, з розрахунку 50 мг Si/kg маси тіла. Розчин силіцію цитрату (0,5 г/дм³, рН 1,35) отримано від ТОВ “Наноматеріали і нанотехнології”, м. Київ. Самцям другої дослідної групи (Д-II) згодували корми раціону контрольної групи і з водою задавали метасилікат натрію ($\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{H}_2\text{O}$) в кількості 2,5 мг Si/kg маси тіла. Дослід тривав 95 діб, в тому числі підготовчий період 10 діб, дослідний – 85 діб. У підготовчому періоді на 10 добу від початку дослідження та у дослідному на 20 добу лактації (65 доба випоювання добавок) у кролематок відбирали зразки крові з крайової вушної вени для гематологічних та біохімічних досліджень. Дослідження проводили з дотриманням загальноприйнятих біоетичних норм міжнародних положень стосовно проведення експериментальних робіт із хребетними тваринами (Directive 2010/63/EU). Гематологічні дослідження проводили за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора (“Orphee Mythic 18”, Швейцарія) та біохімічні відповідно до методик описаних у довіднику (Vlislo et al., 2012). Отриманий цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням t-критерію Стьюдента. Розраховували середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметич-

них величин ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними за $P \leq 0,05$. Для розрахунків використали комп'ютерну програму Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

Випоювання кролематкам цитрату силіцію та метасилікату натрію впродовж дослідження відзначилося змінами гематологічних показників у тварин дослідних груп порівняно з контрольною, що були в межах

верхніх або нижніх фізіологічних параметрів (табл. 1). Зокрема, кількість еритроцитів та концентрація гемоглобіну в крові кролематок I дослідної групи, яким випоювали цитрат силіцію, були відповідно вищими на 15,2% ($P < 0,05$) і 12,0% ($P < 0,01$) на 20 добу лактації (65 доба випоювання) порівняно з контролем. Це може свідчити про більше виражений вплив органічної сполуки силіцію на гемопоетичну функцію організму кролематок впродовж тривалого часу застосування.

Таблиця 1

Показники еритроцитів крові кролематок за випоювання силіцію цитрату та метасилікату натрію ($M \pm m$, $n = 5$)

Показник	Група	Періоди досліджень	
		підготовчий	дослідний
Загальна кількість еритроцитів, $1 \times 10^{12}/л$	К	4,62 \pm 0,28	4,85 \pm 0,07
	Д-I	4,58 \pm 0,37	5,59 \pm 0,21*
	Д-II	4,70 \pm 0,32	4,82 \pm 0,13
Гемоглобін, г/л	К	109,6 \pm 4,95	105,0 \pm 2,38
	Д-I	114,0 \pm 2,82	117,6 \pm 2,89**
	Д-II	113,0 \pm 3,53	109,2 \pm 4,85
Гематокрит, л/л	К	0,35 \pm 0,02	0,42 \pm 0,09
	Д-I	0,32 \pm 0,02	0,45 \pm 0,01
	Д-II	0,40 \pm 0,02	0,42 \pm 0,01
Середній об'єм еритроцита, ф/л	К	82,7 \pm 1,09	83,6 \pm 1,18
	Д-I	81,4 \pm 0,98	87,3 \pm 1,45
	Д-II	84,7 \pm 0,45	88,3 \pm 1,83
Середній вміст гемоглобіну в еритроциті, п/г	К	22,7 \pm 0,99	21,6 \pm 0,26
	Д-I	23,8 \pm 0,29	22,0 \pm 0,43
	Д-II	24,2 \pm 0,93	22,6 \pm 0,48
Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, г/л	К	319,8 \pm 2,63	254,2 \pm 1,59
	Д-I	308,2 \pm 5,62	252,2 \pm 1,74
	Д-II	312,2 \pm 6,19	256,0 \pm 1,14

Примітка: тут і далі * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$, *** – $P < 0,001$ порівняно з контрольною групою. К – контрольна група; Д-I – I – дослідні групи

Підтвердженням позитивного впливу органічної сполуки силіцію є тенденції до вищого вмісту досліджуваних індексів червоної крові порівняно з контролем. Відомо, що кількість формених елементів у крові є важливим показником фізіологічного стану тварини і забезпечення їх поживними та мінеральними речовинами, оскільки кров є основною транспортною системою організму, яка першою реагує на дефіцит або надлишок їх у раціоні (Ihedioha et al., 2004; Olabanji et al., 2007; Afolabi et al., 2010). Аналіз змін показників червоної крові у кролематок за випоювання сполук силіцію свідчить про стабільний фізіологічний статус їхнього організму в період лактації, однак силіцію цитрат виявляв більший вплив на гемопоетичну функцію їхнього організму.

Результати дослідження показників білої крові вказують на несуттєвий вплив застосованих добавок, однак можуть свідчити про активацію захисних функцій організму лактуючих тварин (табл. 2). Так, кількість лейкоцитів у крові тварин дослідних груп була вищою на 65 добу випоювання цитрату силіцію порівняно з контрольною групою.

Отримані результати дослідження можуть свідчити про більше виражений позитивний вплив цитрату силіцію на неспецифічні чинники захисту організму і

фагоцитарну активність крові кролиць, що підтверджують раніше отримані дані імунофізіологічної реактивності організму молодняку кролів (Ivanyska et al., 2017). Необхідно відзначити, що всі зміни показників білої крові кролематок були в межах фізіологічних параметрів, це може свідчити про стимулювальний вплив органічної сполуки силіцію на основні популяції лейкоцитів та гемопоет (Togun et al., 2007).

В організмі ссавців тромбоцити постійно циркулюють у крові й підтримують нормальну структуру і функцію судин, беруть участь у процесах коагуляції (Gary et al., 2013). Суттєву роль тромбоцити відіграють у резистентності, оскільки вони першими реагують на інфекційні агенти, у результаті чого утворюються специфічні антитіла, які приєднуються до поверхні антигену, формуючи комплекс "антиген-антитіло", який активує відповідь на запалення. У тромбоцитів є рецептори, що розпізнають ці комплекси, тобто саме тромбоцити, а не лейкоцити крові першими реагують на інфекцію (Harkness et al., 2013). Незважаючи на суттєву роль тромбоцитів в організмі кролів, дослідження їхнього функціонального стану у період лактації є поодинокими. Випоювання сполук силіцію кролематкам не виявило істотних відмінностей між контрольною та дослідними групами

(табл. 3). Однак виявлені тенденції зміни вмісту досліджуваних показників можуть свідчити про позитивний вплив сполук силіцію на організм кролематок.

Незважаючи на мінливість гематологічних показників у кролів залежно від породних та індивідуальних особливостей, індекси еритроцитів, лейкоцитів та

тромбоцитів були в межах фізіологічних параметрів (Hewitt et al., 1989). Отримані результати дослідження свідчать, що випоювання цитрату силіцію у більшій мірі позитивно вплинуло на гемопоетичну систему їхнього організму, ніж метасилікату натрію.

Таблиця 2

Показники лейкоцитів крові кролематок за випоювання силіцію цитрату та метасилікату натрію ($M \pm m, n = 5$)

Показник	Група	Періоди досліджень	
		підготовчий	дослідний
Лейкоцити, $1 \cdot 10^9/\text{л}$	К	$11,64 \pm 1,15$	$8,26 \pm 0,60$
	Д-I	$9,00 \pm 0,55$	$11,24 \pm 1,72$
	Д-II	$10,36 \pm 1,41$	$10,26 \pm 1,28$
Лімфоцити, $1 \cdot 10^9/\text{л}$	К	$5,4 \pm 1,05$	$3,1 \pm 0,19$
	Д-I	$4,3 \pm 0,81$	$2,9 \pm 0,21$
	Д-II	$4,5 \pm 0,13$	$3,1 \pm 0,28$
Моноцити, $1 \cdot 10^9/\text{л}$	К	$1,82 \pm 0,191$	$1,32 \pm 0,181$
	Д-I	$1,58 \pm 0,380$	$1,68 \pm 0,212$
	Д-II	$1,70 \pm 0,461$	$1,44 \pm 0,121$
Гранулоцити, $1 \cdot 10^9/\text{л}$	К	$4,42 \pm 0,62$	$3,84 \pm 0,36$
	Д-I	$3,12 \pm 0,38$	$6,66 \pm 1,36$
	Д-II	$4,16 \pm 0,70$	$5,72 \pm 1,47$

Таблиця 3

Показники тромбоцитів крові кролематок за випоювання силіцію цитрату та метасилікату натрію ($M \pm m, n = 5$)

Показник	Група	Періоди досліджень	
		підготовчий	дослідний
Загальна кількість тромбоцитів, $1 \cdot 10^9/\text{л}$	К	$562,8 \pm 47,3$	$714,0 \pm 41,5$
	Д-I	$549,0 \pm 14,8$	$590,6 \pm 50,4$
	Д-II	$556,6 \pm 40,8$	$578,6 \pm 44,3$
Середній об'єм тромбоцита, фл	К	$4,94 \pm 0,20$	$4,92 \pm 0,08$
	Д-I	$5,12 \pm 0,16$	$4,58 \pm 0,17$
	Д-II	$5,24 \pm 0,10$	$4,61 \pm 0,23$
Тромбоцит, %	К	$0,303 \pm 0,034$	$0,373 \pm 0,020$
	Д-I	$0,279 \pm 0,010$	$0,314 \pm 0,024$
	Д-II	$0,332 \pm 0,023$	$0,302 \pm 0,035$
Ширина розподілу тромбоцитів по об'єму, %	К	$13,3 \pm 0,84$	$13,1 \pm 0,28$
	Д-I	$14,1 \pm 0,32$	$12,5 \pm 0,56$
	Д-II	$14,5 \pm 0,52$	$11,6 \pm 0,89$

З літературних джерел відомо, що сполуки силіцію знижують вміст ліпідів у крові. За розділення загальних ліпідів плазми крові спостерігали тенденцію до збільшення вмісту фосфоліпідів у тварин I і II дослідних груп порівняно з контролем, що є позитивом, оскільки фосфоліпіди є основними компонентами функціонування клітинних мембран, що необхідні для створення її гідрофобної структури (Calder, 2013). Вміст НЕЖК у тварин II дослідної групи вірогідно знижувався на 30,9% за тенденції до зменшення у I групі порівняно з контролем. Очевидно, застосований у раціоні кролиць метасилікат натрію більшою мірою, ніж цитрат силіцію, здатний інгібувати 3-гідрокси-3-метил-глутарил-СоА редуктазу та інші ензими, задіяні у синтезі ліпідів (Yeh and Liu, 2001). Відносний вміст триацилгліцеролів у плазмі крові I і II дослідних груп був відповідно нижчим на 31,2 і 32,8% ($P < 0,05$) порівняно з контролем, очевидно, використання їх підвищилося для енергетичних потреб організму кро-

лиць у період лактації. Отримані результати узгоджуються з даними літератури, які свідчать про те, що Силіцій здатний знижувати вміст холестеролу у крові та зменшувати ризик утворення атеросклеротичної бляшки в стінках аорти (Maehira et al., 2011).

Співвідношення окремих підкласів фосфоліпідів, ступінь насиченості жирними кислотами визначають в'язкість ліпідного бішару мембран, впливають на впорядкованість ліпідних молекул, а також характер ліпід-ліпідних і протеїн-ліпідних взаємодій (Laxalt and Munnik, 2002), що суттєво впливає на їхні фізіологічні властивості. Результати досліджень показали, що випоювання кролематкам сполук силіцію призвело до змін у складі фосфоліпідів плазми крові (табл. 5). Зокрема, домінуючою фракцією фосфоліпідів у крові впродовж підготовчого та дослідного періодів є фосфатидна кислота. Як видно із даних таблиці у плазмі крові тварин дослідних груп спостерігалось збільшення фракцій фосфатидилхоліну, сфінгомеліну та

лізолецитину порівняно з контролем. Такий перерозподіл відбувався в основному за рахунок зменшення фракцій фосфатидної кислоти, фосфатидилетаноламі-

ну та фосфатидилінозиту і, очевидно, пов'язаний зі змінами активності відповідних ензимів (Habeck et al., 2015; Manchekar et al., 2015).

Таблиця 4

Уміст загальних ліпідів та окремих їх класів у плазмі крові кролематок за згодовування сполук Силіцію, (M ± m, n = 5)

Показник	Група	Періоди досліджень	
		підготовчий	дослідний
Загальні ліпіди, г/л	К	6,18 ± 0,30	6,56 ± 0,27
	Д-I	6,36 ± 0,24	5,96 ± 0,31
	Д-II	6,67 ± 0,75	6,88 ± 0,37
Фософліпіди, %	К	37,77 ± 1,51	34,55 ± 5,17
	Д-I	37,03 ± 4,28	29,35 ± 2,28
	Д-II	33,61 ± 40,8	38,80 ± 4,29
Неестерифікований холестерол, %	К	10,93 ± 1,60	2,63 ± 0,56
	Д-I	13,22 ± 2,56	3,87 ± 0,60
	Д-II	10,47 ± 1,54	3,86 ± 0,26
Моноацилгліцероли та диацилгліцероли, %	К	13,63 ± 1,58	2,84 ± 0,94
	Д-I	12,58 ± 1,04	3,04 ± 0,26
	Д-II	14,04 ± 1,59	2,72 ± 0,50
Неестерифіковані жирні кислоти, %	К	8,61 ± 0,98	9,43 ± 0,96
	Д-I	9,99 ± 1,23	8,15 ± 0,75
	Д-II	11,32 ± 0,93	6,51 ± 0,64*
Триацилгліцероли, %	К	12,48 ± 3,32	32,58 ± 3,68
	Д-I	10,47 ± 1,17	22,40 ± 1,19*
	Д-II	12,67 ± 1,06	21,89 ± 2,63*
Естерифікований холестерол, %	К	16,56 ± 2,47	23,91 ± 2,71
	Д-I	16,69 ± 0,39	29,64 ± 3,46
	Д-II	17,86 ± 0,54	26,18 ± 3,07

Таблиця 5

Фракційний склад фосфоліпідів плазми крові, % (M ± m, n = 5)

Показник	Група	Періоди досліджень	
		підготовчий	дослідний
Фосфатидна кислота	К	23,80 ± 0,45	37,02 ± 4,10
	Д-I	28,32 ± 3,44	28,68 ± 1,10
	Д-II	25,47 ± 0,88	26,83 ± 2,45
Кардіоліпін	К	12,45 ± 0,91	20,27 ± 0,96
	Д-I	10,82 ± 0,77	16,67 ± 1,55
	Д-II	11,65 ± 1,23	15,10 ± 1,28*
Фосфатидилетаноламін	К	11,60 ± 1,58	9,53 ± 0,61
	Д-I	9,61 ± 1,45	7,06 ± 0,70
	Д-II	10,37 ± 1,67	5,66 ± 0,67**
Фосфатидилінозитол	К	15,40 ± 0,67	9,43 ± 0,96
	Д-I	12,53 ± 2,70	8,15 ± 0,75
	Д-II	12,57 ± 0,93	6,51 ± 0,64*
Фосфатидилхолін	К	12,71 ± 2,07	12,49 ± 2,54
	Д-I	10,44 ± 1,21	17,78 ± 3,29
	Д-II	12,38 ± 0,78	14,93 ± 3,11
Фосфатидилсерин	К	8,88 ± 2,01	2,34 ± 0,39
	Д-I	10,83 ± 1,08	2,24 ± 0,21
	Д-II	9,55 ± 0,24	2,59 ± 0,79
Сфінгомелін	К	7,87 ± 1,60	2,68 ± 0,76
	Д-I	8,64 ± 1,20	7,01 ± 0,53**
	Д-II	8,51 ± 0,49	6,73 ± 0,55**
Лізолецитин	К	6,59 ± 2,25	3,51 ± 0,57
	Д-I	8,77 ± 0,91	7,10 ± 0,28***
	Д-II	9,72 ± 1,07	5,86 ± 0,55**

Зниження вмісту фосфатидилінозиту та фосфатидилетаноламіну в тварин II дослідної групи, яким випоювали метасилікат натрію, може вказувати на

його залучення у процеси сигнальної трансдукції, оскільки відомо, що ці фосфоліпіди відіграють важливу роль у контролі мембранно-цитозольних проце-

сів, регуляції проникності мембран та забезпеченні внутрішньоядерних процесів (Di Paolo and DeCamilli, 2006).

Отримані результати дослідження вмісту у плазмі крові кролематок загальних ліпідів та їх фракційного складу свідчать про позитивні зміни, що сприяють процесам метаболічного нагромадження енергетичних і пластичних компонентів у трофічному ланцюгу та підтверджують доцільність вypoювання цитрату силіцію у раціоні кролематок у період підвищеного фізіологічного навантаження.

Висновки

1. Вypoювання кролематкам цитрату Si, з розрахунку 50 мкг Si/кг маси тіла зумовлювало стимулювальний вплив на гемопоетичну та захисну функцію їхнього організму, що позначилося більшою ($P < 0,05-0,01$) кількістю еритроцитів, лейкоцитів та концентрації гемоглобіну на 20-ту добу лактації порівняно з контролем.

2. Застосування цитрату силіцію позначилося змінами фракційного складу ліпідів у плазмі крові кролиць I і II дослідних груп з відповідно нижчим на 31,2 і 32,8 ($P < 0,05$) вмістом триацилгліцеролів порівняно з контрольною групою.

3. Вypoювання сполук Силіцію кролематкам призвело до позитивних змін окремих підкласів фосфоліпідів у плазмі крові на 20-ту добу лактації, що сприяло активації процесів метаболізму в їхньому організмі.

Перспективи подальших досліджень. Провести дослідження з вивчення впливу цитрату силіцію та метасилікату натрію на резистентність організму кролематок та збереженість кроленят до відлучення.

References

Afolabi, K.D., Akinsoyini, A.O., Olajide, R., & Akinleye, S.B. (2010). Haematological parameters of the Nigerian local grower chickens fed varying dietary levels of palm kernel cake. *Proc. of the 35th Annual Conf. of the Nig. Soc. for Anim. Prod.*, 247. [https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1554793](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1554793).

Aro, S.O., Ogunwale, F.F., & Falade, O.A. (2013). Blood viscosity of finisher cockerel fed dietary inclusions of fermented cassava tuber wastes. *Proc. of the 18th Annual Conf. of Anim. Sci. Assoc. of Nig.*, 74–77.

Borysevyeh, V.B., Kaplunenko, V.G., & Kosinov, M.V. (2010). *Nanomaterials in biology. Fundamentals of nanoveterinary. A textbook for veterinary students and for veterinary and medical specialists.* Kyiv, "Avicenna" Publ., 416 (in Ukrainian).

Calder, P. (2013). C. n-3 Fatty acids, inflammation and immunity: new mechanisms to explain old actions. *Proceedings of the Nutrition Society*, 72(3), 326–336. doi: 10.1017/S0029665113001031.

De Blas, C., & Wiseman, J. (2010). *Nutrition of the Rabbit.*

2nd Edition. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 325. <http://wabbitwiki.com/images/7/7d/Nutrition.of.the.Rabbit.2ed-deBlas.Wiseman.pdf>.

Di Paolo, G., & DeCamilli, P. (2006). Phosphoinositides in cell regulation and membrane dynamics. *Nature*, 443(7112), 651–657 doi: 10.1038/nature05185.

Gary, T., Pichler, M., Belaj, K., Hafner, F., Gerger, A., Froehlich, H., Eller, P., Rief, P., Hackl, G., & Pilger, E. (2013). Platelet-to-lymphocyte ratio: a novel marker for critical limb ischemia in peripheral arterial occlusive disease patients. *PLoS One*, 8(7), 676–688. doi: 10.1371/journal.pone.0067688.

Genyk, S.M. (2014). Silicon as a Natural Key to Health. *Galician Medical Journal*, 21(4), 116–118. <http://ojs.ifnmu.edu.ua/index.php/gmj/article/view/243>.

Habeck, M., Haviv, H., & Katzetal, A. (2015). Stimulation, inhibition, or stabilization of Na,K-ATPase caused by specific lipid interactions at distinct. *J. Biol. Chem.*, 290(8), 4829–4842 doi: 10.1074/jbc.M114.611384.

Harkness, J.E., Turner, P.V., VandeWoude, S., & Wheeler, C.L. (2013). *Haematology, clinical chemistry, and urinalysis.* In: *Biology and medicine of rabbits and rodents.* 5th ed. Ames, IA, Wiley, 116–131.

Hewitt, C.D., Innes, D.J., Savory, J., & Wills, M.R. (1989). Normal biochemical and hematological values in New Zealand white rabbits. *Clin Chem.*, 35(8), 1777–1779. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2758652>.

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.

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.

Ivanytska, A.I., Lesyk, Ya.V., & Tsap, M.M. (2017). The effect of silicon compounds on immunophysiological reactivity of rabbits. *Biol. Tvaryn*, 19(3), 42–49. doi: 10.15407/animbiol19.03.042.

Jugdaohsingh, R., Calomme, M.R., Robinson, K., Nielsen, F., Anderson, S.H.C., D'Haese, P., Geusens, P., Loveridge, N., Thompson, R.P.H., & Powell, J.J. (2008). Increased longitudinal growth in rats on a silicon-depleted diet. *Bone*, 43(3), 596–606. doi: 10.1016/j.bone.2008.04.014.

Jugdaohsingh, R., Kessler, K., Messner, B., Stoiber, M., Pedro, L.D., Schima, H., Laufer, G., Powell, J.J., & Bernhard, D. (2015). Dietary Silicon Deficiency Does Not Exacerbate Diet-Induced Fatty Lesions in Female ApoE Knockout Mice. *The Journal of Nutrition*, 145(7), 1498–1506. doi: 10.3945/jn.114.206193.

Laxalt, A.M., & Munnik, T. (2002). Phospholipid signaling in plant defence. *Curr. Opin. PlantBiol.*, 5(4), 332–338. doi: 10.1016/S1369-5266(02)00268-6.

Maehira, F., Motomura, K., Ishimine, N., Miyagi, I., Eguchi, Y., & Teruya, S. (2011). Soluble silica and coral sand suppress high blood pressure and improve the related aortic gene expressions in spontaneously hypertensive rats. *Nutr Res.*, 31(2), 147–156. doi: 10.1016/j.nutres.2010.12.002.

- Manchekar, M., Liu, Y., Sun, Z., Richardson, P.E., & Dashti, N. (2015). Phospholipid transfer protein plays a major role in the initiation of apolipoprotein B-containing lipoprotein assembly in mouse primary hepatocytes. *J. Biol. Chem.*, 290(13), 8196–8205. doi: 10.1074/jbc.M114.602748.
- 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.
- Olabanji, R.O., Farinu, G.O., Akinlade, J.A., & Ojebiyi, O.O. (2007). Growth performance and haematological characteristics of weaner rabbits fed different levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia* Hems L A. Gray) leaf blood meal mixture. *Proc. of 32nd Animal Conf. of Nig. Soc. for Anim. Prod.*, 207–209.
- Powell, J.J., McNaughton, S.A., Jugdaohsingh, R., Anderson, S.H., Dear, J., Khot, F., Mowatt, L., Gleason, K.L., Sykes, M., Thompson, R.P., Bolton-Smith, C., & Hodson, M.J. (2005). A provisional database for the silicon content of foods in the United Kingdom. *Br. J. Nutr.*, 94(5), 804–812. doi: 10.1079/BJN20051542.
- Togun, V.A., Oseni, B.S.A., Ogundipe, J.A., Arewa, T.R., Hamed, 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.
- Trincă, L., Popsecu, O., Palamaru, I. (1999). Serum lipid picture of rabbits fed on silicate-supplemented atherogenic diet. *Rev. Med. Chir. Soc. Med. Nat. Iasi.*, 103(1–2), 99–102. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10756893>.
- Vlislou, V.V. et al. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarniy medytsyni. Lviv, Spolom (in Ukrainian).
- Yeh, Y.Y., & Liu, L. (2001). Cholesterol-lowering effect of garlic extracts and organosulfur compounds: Human and animal studies. *J Nutr.*, 131(3), 989–993. doi: 10.1093/jn/131.3.989S.