

Ярослав Лесик¹, Анна Дичок-Нідзельська²

¹ Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

² Інститут біології тварин НААН, Львів

lesykyv@gmail.com

РОЗВИТОК ОРГАНІЗМУ КРОЛІВ ЗА ВИПОЮВАННЯ СУЛЬФУРУ ЦИТРАТУ ТА СУЛЬФАТУ НАТРІЮ

Використання гібридів кролів у промисловому кролівництві, вимагає повноцінного збалансованого за усіма компонентами раціону живлення. Особлива увага приділяється біодоступності органічних та неорганічних складників раціону кролів, оскільки засвоюваність поживних речовин в організмі кролів є низькою. Тому метою нашого дослідження було з'ясувати вплив випоювання з 60 до 118 доби життя сульфур цитрату, виготовленого методом нанотехнології та сульфату натрію на розвиток організму кролів. Дослідження проведені у промислових умовах, де за методів груп аналогів було сформовано шість груп кролів: контрольна група згодовували вволю повнораціонний гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Тваринам першої (I), другої (II), третьої (III) і четвертої (IV) дослідних груп згодовували корми раціону контрольної групи і впродовж доби випоювали сульфур цитрат з розрахунку відповідно 2; 4; 8 і 12 мг S/кг маси тіла. Молодняку п'ятої (V) дослідної групи згодовували корми раціону контрольної групи і з водою задавали сульфат натрію (Na₂SO₄) в кількості 40 мг S/кг маси тіла. Дослід тривав 68 діб, в тому числі підготовчий період 10 діб, дослідний – 58 діб. На 118 добу життя тварин піддавала евтаназії, відбирали частини організму, після чого їх зважували їх вираховували середні статистичні результати у порівнянні до контролю. Встановлено вищу масу шкурки, кишкового з вмістимим, голови, легень та печінки кролів, які споживали сульфур цитрат у кількості 4 і 8 мг S/кг маси тіла. Застосування сульфату натрію з розрахунку 40 мг S/кг маси тіла не відзначилося суттєвим впливом на досліджувані показники інтенсивності росту організму кролів, за винятком маси шкурки.

Ключові слова: кролі, сульфур цитрат, сульфат натрію, внутрішні органи, товщина шкурки, коефіцієнти маси.

ВСТУП

Результатом генетичної селекції у сучасному промисловому кролівництві є отримання молодняку кролів, який характеризується інтенсивними показниками росту й розвитку організму [3]. Як наслідок цього процесу відбору, промислове кролівництво передбачає вирощування високопродуктивних кролів, які характеризуються високими показниками розвитку організму за умови збалансованого живлення, у тому числі й забезпечення мінеральними речовинами [11]. Потреби швидкоростучих кролів у білку раціону, а саме в амінокислотах, у тому числі й сульфурвмісних, можуть відрізнятися від потреб тварин з низькими темпами росту. Забезпеченість раціону з достатнім балансом основних поживних речовин, може також позитивно вплинути на здоров'я тварин. [7]. Необхідно зазначити, що раціон кролів за вмістом мінеральних речовин, може бути забезпечений, однак необхідно враховувати їх біодоступність. Оскільки відомо, що засвоюваність поживних речовин у травному каналі кролів є дуже низькою. Тому важливо досліджувати компоненти раціону для кролів, які характеризуються високою біодоступністю [6]. Новітнім методом отримання біодоступних поживних речовин є застосування нанотехнології, яка має вели-

чезний потенціал для глобальної революції в сільському господарстві та тваринництві [10]. Синтез наночастинок з відновниками призводить до зміни фізико-хімічних характеристик досліджуваних елементів [4]. Зараз наночастинок широко використовуються в різних галузях, у харчуванні, терапії, цільовій доставці ліків, підготовці вакцин тощо. У годівлі тварин нанотехнології в основному використовуються для приготування наномінералів, особливо макро- та мікроелементів, біодоступність яких низька [14]. Дослідження показали, що годування наночастинок покращує ефективність травлення, імунітет і продуктивність худоби та птиці [12]. Зважаючи на сказане вище метою даного експерименту було з'ясувати вплив випоювання з 60 до 118 доби життя сульфур цитрату, виготовленого методом нанотехнології та сульфату натрію на розвиток організму кролів.

МАТЕРІАЛИ Й МЕТОДИ

Дослідження проводили на молодняку кролів породи Нула у ТзОВ «Горлиця», с. Добряни 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 (I), другої (II), третьої (III) і четвертої (IV) дослідних груп згодовували корми раціону контрольної групи і впродовж доби випоювали сульфур цитрат з розрахунку відповідно 2; 4; 8 і 12 мг S/кг маси тіла. Розчин сульфур цитрату (1,0 г/дм³, рН 1,38) отримано від ТзОВ «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ [2]. Молодняку п'ятої (V) дослідної групи згодовували корми раціону контрольної групи і з водою задавали сульфат натрію (Na₂SO₄) в кількості 40 мг S/кг маси тіла. Дослід тривав 68 діб, в тому числі підготовчий період 10 діб, дослідний – 58 діб. На 118 добу життя тварин піддавала евтаназії, відбирали частини організму, після чого їх зважували і вираховували середні статистичні результати у порівнянні до контролю. Методики відбору дослідного матеріалу та частин організму описані у довіднику [1]. Усі маніпуляції з тваринами проводили відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей [9]. Цифрові дані опрацьовували статистично з використанням t критерію Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Для з'ясування впливу застосованих кількостей та сполук сульфур на розвиток окремих частин організму кролів, визначали їхню середню масу в групі (табл. 1). Аналіз отриманих результатів показав найбільше вірогідних різниць стосовно контролю за показниками маси шкурки кролів. Так, маса сирової шкурки кролів I, II, III, IV і V дослідних груп була відповідно вищою на 12,4; 19,5; 14,9; 12,0 і 9,4 % (P<0,05 – 0,001) порівняно з контролем. Сульфур входить до складу незамінних амінокислот, які використовуються для утворення протеїну для клітин, тканин, гормонів, ферментів та антитіл. Нашими дослідженнями відзначено важливий вплив Сульфур на метаболізм тканин шкіри кролів, що підтверджено іншими авторами [8].

Маса шлунку разом з кишечником та вмістимим у тварин I, II, III і IV дослідних груп була відповідно вищою на 15,8; 16,6; 17,1 і 14,3 % (P<0,05 – 0,001), за тенденції до збільшення на 2,1 % цього показника у V групі порівняно з контролем. Вищі показники маси травного каналу кролів за споживання сульфур цитрату, можуть свідчити про більшу кількість спожитого корму, активну його секреторну властивість у результаті чого засвоюваність поживних речовин збільшувалася. Це підтверджують результати експерименту за додавання нано селену у раціоні молодняку кролів [13].

Маса окремих частин організму тварини відповідає фізіологічним коефіцієнтам маси тварини і вказує про їх фізіологічний розвиток та інтенсивність росту. Так, голова кролів усіх дослідних груп стосовно контролю характеризувалася більшою масою, однак вірогідні різниці були у II і III дослідних групах. У кролів порівняно з іншими сільськогосподарськими тваринами маса легень в організмі є найменшою, хоча функціонально вони виконують важливе фізіологічне значення. Тому особливою вимогою до утримання кролів є чисте повітря у приміщеннях. Отримані результати вірогідно вищої маси легень у тварин II, III і IV дослідних груп відповідно на 16,1; 15,0 і 10,0 % порівняно з контролем, можуть вказувати за позитивний вплив застосованих кількостей сульфуру цитрату на розвиток організму та респіраторної системи кролів, що бере участь у газообміні й свідчить про активацію обміну речовин організму вцілому.

Маса паренхіматозних внутрішніх органів кролів суттєво не відрізнялася порівняно з контролем, за винятком нирок у II групі ($P < 0,05$) та печінки у тварин II і III дослідних груп ($P < 0,01$).

Таблиця 1. Маса частин організму кролів за впоювання сульфуру цитрату та сульфату натрію, г ($M \pm m$, $n=6$)

| Частина тіла | Група | | | | | |
|-------------------------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | Контроль | Д – I | Д – II | Д – III | Д – IV | Д – V |
| Шкурка | 400,4 ± 10,08 | 450,1 ± 8,50** | 476,7 ± 3,62*** | 460,2 ± 6,10*** | 448,5 ± 6,18** | 438,2 ± 9,44* |
| % до контролю | 100 | 112,4 | 119,5 | 114,9 | 112,0 | 109,4 |
| Шлунок і кишечник з вмістимим | 539,6 ± 15,41 | 575,2 ± 5,88* | 638,7 ± 6,63*** | 623,9 ± 17,14** | 610,4 ± 14,39** | 551,4 ± 8,40 |
| % до контролю | 100 | 106,5 | 118,3 | 115,6 | 113,1 | 102,1 |
| Голова | 171,0 ± 5,02 | 176,5 ± 4,26 | 187,5 ± 2,14* | 190,1 ± 3,08** | 178,0 ± 3,17 | 171,6 ± 3,70 |
| % до контролю | 100 | 103,2 | 109,6 | 111,1 | 104,0 | 100,3 |
| Легені й трахея | 18,0 ± 0,34 | 18,6 ± 1,18 | 20,9 ± 0,83** | 20,7 ± 0,97* | 19,8 ± 0,64* | 16,7 ± 0,87 |
| % до контролю | 100 | 103,3 | 116,1 | 115,0 | 110,0 | 92,7 |
| Серце | 7,8 ± 0,16 | 8,4 ± 0,62 | 8,9 ± 0,78 | 8,9 ± 0,46 | 8,8 ± 0,70 | 8,0 ± 0,42 |
| % до контролю | 100 | 107,6 | 114,1 | 114,1 | 112,8 | 102,5 |
| Нирки | 19,0 ± 0,45 | 20,5 ± 0,58 | 21,3 ± 0,64* | 20,3 ± 0,78 | 19,8 ± 0,59 | 19,4 ± 0,42 |
| % до контролю | 100 | 107,8 | 112,1 | 106,8 | 104,2 | 102,1 |
| Селезінка | 1,5 ± 0,09 | 1,6 ± 0,06 | 1,7 ± 0,20 | 1,6 ± 0,12 | 1,6 ± 0,13 | 1,6 ± 0,07 |
| % до контролю | 100 | 106,6 | 113,3 | 106,7 | 106,3 | 106,7 |

Продовження таблиці 1

| | | | | | | |
|---------------|----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Печінка | 84,2 ± 2,32 | 88,2 ± 1,20 | 95,0 ± 1,02** | 95,3 ± 1,46** | 86,1 ± 2,73 | 85,7 ± 1,18 |
| % до контролю | 100 | 104,7 | 112,8 | 113,1 | 102,2 | 101,7 |

Примітка: У цій та наступних таблицях статистично вірогідні різниці враховували порівняно з контрольною групою: * – P≤0,05; ** – P≤0,01; *** – P≤0,001.

Отже, результати дослідження маси частин тіла кролів вказують на депонуючу фізіологічну функцію Сульфуру, особливо його органічної сполуки – сульфуру цитрату на активацію метаболізму в організмі молодняка кролів. Це у більшій мірі позначилося вірогідно вищими показниками маси шкурки, голови, травного каналу, легень та печінки кролів за додаткового впоювання сульфуру цитрату з розрахунку 4 і 8 мг S/кг маси тіла та незначними змінами використання сульфат натрію у їхньому раціоні.

Підтвердженням позитивних змін маси окремих органів організму кролів за впоювання сполук сульфуру є відсоткове їх вираження до маси тіла (табл. 2).

Таблиця 2. Коефіцієнти маси частин організму кролів до маси тіла за впоювання сульфуру цитрату та сульфату натрію, % (M±m, n=6)

| Частини організму | Група | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | К | Д – I | Д – II | Д – III | Д – IV | Д – V |
| Шкурка | 10,8 ± 0,02 | 11,5 ± 0,11*** | 11,8 ± 0,04*** | 11,7 ± 0,03*** | 11,5 ± 0,12*** | 11,8 ± 0,39* |
| Шлунок і кишечник з вмістимим | 14,6 ± 0,09 | 14,7 ± 0,06 | 16,1 ± 0,06*** | 15,9 ± 0,32** | 15,7 ± 0,21*** | 14,7 ± 0,06 |
| Голова | 4,64 ± 0,04 | 4,54 ± 0,07 | 4,75 ± 0,03 | 4,87 ± 0,01*** | 4,60 ± 0,04 | 4,62 ± 0,04 |
| Легені й трахея | 0,48 ± 0,09 | 0,47 ± 0,03 | 0,53 ± 0,02 | 0,52 ± 0,02 | 0,50 ± 0,01 | 0,44 ± 0,02 |
| Серце | 0,20 ± 0,08 | 0,20 ± 0,01 | 0,22 ± 0,02 | 0,22 ± 0,01 | 0,22 ± 0,02 | 0,21 ± 0,01 |
| Нирки | 0,51 ± 0,01 | 0,52 ± 0,01 | 0,52 ± 0,08 | 0,51 ± 0,01 | 0,50 ± 0,01 | 0,52 ± 0,01 |
| Селезінка | 0,034 ± 0,002 | 0,035 ± 0,002 | 0,036 ± 0,004 | 0,035 ± 0,003 | 0,035 ± 0,003 | 0,038 ± 0,003 |
| Печінка | 2,28 ± 0,11 | 2,38 ± 0,10 | 2,40 ± 0,02 | 2,44 ± 0,02 | 2,34 ± 0,10 | 2,31 ± 0,02 |

Примітка: коефіцієнт маси частини організму кролів до маси тіла це відсоткове вираження маси окремого органу до маси тіла.

Так, маса шкурки бяула вищою у тварин I (P<0,001), II (P<0,001), III (P<0,01), IV (P<0,001) і V (P<0,05) дослідних груп порівняно до контролю. Необхідно зазначити, що високі вірогідні різниці між дослідними та контрольною групою були у тварин, які споживали різні кількості сульфуру цитрату, а нижчі – сульфату натрію. Маса травного каналу з вмістим була вищою у кролів II (P<0,001), III (P<0,01) та IV (P<0,001) дослідних групах, а маса голови вірогідно зростала (P<0,001) лише у III групі стосовно контролю. Інші досліджувані органи кролів відповідали фізіологічним параметрам їхнього відсотка в організмі,

однак отримані результати були не суттєвими, а відзначали збільшення на рівні тенденції порівняно з контролем.

Шкіра відіграє важливу роль у захисті від інфекцій, терморегуляції та водному балансі організму кролів [5]. За експериментальними даними найбільше вірогідних змін відзначено за масою шкірки кролів. Тому було проведено дослідження товщини шарів шкірки кролів з метою встановити найбільше виражену дію застосованих сполук та їх кількостей (табл. 3). Так, товщина епідермісу шкірки кролів I, II, III, IV і V дослідних груп була вірогідно вищою відповідно на 11,6; 14,5; 13,8; 16,4 і 11,2 % порівняно з контрольною групою. Товщина дерми і підшкірної клітковини шкірки кролів у I, II, III і IV дослідних груп вірогідно зростала відповідно на 5,3; 7,8; 9,5 і 7,4 % стосовно контролю. Сумарне значення епідермального шару та дерми з підшкірною клітковиною корелювали з показниками загальної товщини шкірки кролів I, II, III, IV і V дослідних груп, які були більшими на 5,4; 7,9; 9,6; 7,5 і 5,4 % за контрольну групу.

Таблиця 3. Товщина шкіри кролів з ділянки стегна за впоювання сульфур цитрату та сульфату натрію, мкм (M±m, n=4)

| Група | Шари шкіри | | Загальна товщина шкіри |
|----------|-------------|------------------------------|------------------------|
| | епідерміс | дерма і підшкірна клітковина | |
| Контроль | 3,10±0,08 | 161,8±2,66 | 164,9±2,73 |
| Д – I | 3,46±0,08* | 170,5±1,99* | 173,9±2,06* |
| Д – II | 3,55±0,07** | 174,5±2,17** | 178,0±2,13** |
| Д – III | 3,53±0,08** | 177,3±3,27** | 180,8±3,24** |
| Д – IV | 3,61±0,13** | 173,8±3,98* | 177,4±3,88** |
| Д – V | 3,45±0,12* | 170,5±2,92 | 173,9±2,93* |

Отже, впоювання сульфур цитрату вплинуло на ріст і розвиток організму кролів після відлучення, що позначилося більше вираженим ефектом на інтенсивність росту та забійні показники організму, вищу масу шкірки, кишечника з вмістимим, голови, легень та печінки кролів, які споживали сульфур цитрат у кількості 4 і 8 мг S/кг маси тіла. Застосування сульфату натрію з розрахунку 40 мг S/кг маси тіла не відзначилося суттєвим впливом на досліджувані показники інтенсивності росту організму кролів, за винятком маси шкірки. Різниці товщини шарів шкірки усіх дослідних груп порівняно з контролем були вірогідними, що може свідчити про особливий активуючий вплив застосованих сполук сульфур на перебіг обміну речовин у тканині шкіри кролів

ВИСНОВКИ

Впоювання сульфур цитрату з 60 до 118 доби життя кролів у кількості з розрахунку 2 мг S/кг маси тіла позначилося вищою масою шкірки (P<0,001), товщини шкірки (P<0,05) порівняно з контролем.

Застосування сульфур цитрату у кількості 4 мг S/кг маси тіла сприяло вищій масі шкірки (P<0,001), травного каналу (P<0,001), легень і трахеї (P<0,01), нирок (P<0,05), товщини шкірки (P<0,01), печінки (P<0,01).

Використання сульфур цитрату з розрахунку 8 мг S/кг маси тіла відзначилося найбільшими вірогідним різницями стосовно контролю: маси шкірки (P<0,001), травного каналу (P<0,01), голови (P<0,001), легень і трахеї (P<0,05), товщини шкірки (P<0,01), печінки (P<0,01).

Випоювання сульфур цитрату з розрахунку 12 мг S/кг маси тіла відзначилося вищою масою шкурки ($P<0,01$), травного каналу ($P<0,01$), голови ($P<0,001$), легень і трахеї ($P<0,05$), товщини шкурки ($P<0,01$).

Випоювання сульфату натрію з розрахунку 40 мг S/кг маси тіла позначилося стосовно контролю найменшими змінами з вищою масою шкурки ($P<0,05$) та товщини шкурки ($P<0,01$).

ЛІТЕРАТУРА

1. Влізло В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник СПОЛІОМ, 2012. 764 с.
2. Патент України на корисну модель № 38391. МПК (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. Спосіб отримання карбоксилатів металів. Нанотехнологія отримання карбоксилатів металів / Косінов М. В., Каплуненко В. Г. Опубл. 12.01.2009. Бюл. № 1/2009.
3. Baselga M. Genetic improvement of meat rabbits. Programmes and diffusion. In Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico, 7–10 September, 2004. p. 1–13.
4. Bunglavan S. J., Garg A. K., Dass R. S., Sameer S. Use of nanoparticles as feed additives to improve digestion and absorption in livestock. *Livest. Res. Int.*, 2014, 2. p. 36-47.
5. Dai C., Shih S., Khachemoune A. Skin substitutes for acute and chronic wound healing: an updated review. *J Dermatolog Treat.* 2020, 31(6). p. 639–648.
6. De Blas C., Wiseman J. Nutrition of the Rabbit. 3rd Edition. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. 2020. 370 p.
7. Gidenne T., Kerdiles V., Jehl N., Arveux P., Eckenfelder B., Briens C., Stephan S., Fortune H., Montessuy S., Muraz G. Protein replacement by digestible fibre in the diet of growing rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2013, 183. p. 142–150.
8. Jung H., Seo W., Jeong T., Kang H. W., Kim S. A Study on the Skin Irritation Toxicity Test of Processed Sulfur in New Zealand White Rabbit. *J Pharmacopuncture.* 2022, 25(1). p. 46-51.
9. 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.
10. Ognik K., Stepniowska A., Cholewinska E., Kozowski K. The effect of administration of copper nanoparticles to chickens in drinking water on estimated intestinal absorption of iron, zinc and calcium. *Poult. Sci.* 2016, 95. p. 2045-2051.
11. Partridge G.G., Garthwaite P.H., Findlay M. Protein and energy retention by growing rabbits offered diets with increasing proportions of fibre. *J. Agric. Sci.* 1989, 112. p. 171–178.
12. Ruqayah A., Ulwali Nada K., Abass Mouruj A., Alaubydi Amal K. Effect of copper iodide nanoparticles on thyroid gland hormones. *Biochemical Cellular Archives.* 2019. 19 (1), p. 2713-2715.
13. Xin-Yan Han. Oral evaluation in rabbits of cyclosporin-loaded Eudragit RS or RJ, nanoparticles. *International Journal of pharmacy.* 2012. 288. p. 169-175.
14. Boiko O. V., Honchar O. F., Lesyk Y. V., Kovalchuk I. I., Gutyj B. V. Effect of zinc nanoaquacitrate on the biochemical and productive parameters of the organism of rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2020, 11(2). p. 243-248.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF THE ORGANISM OF RABBITS AFTER DRINKING SULFUR CITRATE AND SODIUM SULFATE

The use of rabbit hybrids in industrial rabbit breeding requires a complete nutritional diet balanced in all components. Special attention is paid to the bioavailability of organic and inorganic components of the rabbit's diet, since the digestibility of nutrients in the rabbit's body is low. Therefore, the purpose of our study was to find out the effect of drinking sulfur citrate, produced by the method of nanotechnology, and sodium sulfate from 60 to 118 days of life on the development of the rabbit's body. Research was conducted on young Hyla rabbits at «Horlytsia», village, district of the Lviv region, divided into six groups (control and five experimental), 6 animals in each, selected according to the principle of analogues at the age of 50 days. Rabbits of the control group were fed ad libitum complete ration granulated compound feed with free access to water. The animals of the first (I), second (II), third (III) and fourth (IV) experimental groups were fed with fodder of the ration of the control group and during the day they drank sulfur citrate according to the calculation of 2; 4; 8 and 12 mg S/kg of body weight. Sulfur citrate solution (1.0 g/dm³, pH 1.38) was obtained from «Nanomaterials and nanotechnology», Kyiv. The young of the fifth (V) experimental group were fed with the forage of the diet of the control group and sodium sulfate (Na₂SO₄) was given in the amount of 40 mg S/kg of body weight with water. The experiment lasted 68 days. On the 118th day of life, the animals were subjected to euthanasia, parts of the body were selected, after which they were weighed and the average statistical results were calculated in comparison to the control. All animal manipulations were performed in accordance with the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Scientific Purposes. Digital data were processed statistically using Student's t test.

The analysis of the obtained results showed the most probable differences in relation to the control of indicators of the weight of the skin of rabbits. Thus, the mass of raw skin of rabbits of the I, II, III, IV and V experimental groups was higher by 12.4, respectively; 19.5; 14.9; 12.0 and 9.4% ($P < 0.05 - 0.001$) compared to the control. The weight of the stomach together with the intestines and the contents of the animals of the I, II, III and IV experimental groups was, respectively, higher by 15.8; 16.6; 17.1 and 14.3% ($P < 0.05 - 0.001$), with a tendency to increase this indicator by 2.1% in the V group compared to the control. The weight of the head of the rabbits of all experimental groups compared to the control was characterized by a greater mass, however, there were probable differences in II and III experimental groups. The weight of lungs in animals of II, III and IV experimental groups, respectively, by 16.1; 15.0 and 10.0% compared to the control, may indicate a positive effect of the applied amounts of sulfur citrate on the development of the body and respiratory system of rabbits. The mass of parenchymal internal organs of rabbits did not differ significantly compared to the control, except for the kidneys in the II group ($P < 0.05$) and the liver in animals of the II and III experimental groups ($P < 0.01$).

Confirmation of positive changes in the mass of individual organs of the rabbits after drinking sulfur compounds is their percentage expression to body weight. Thus, the weight of the skin was higher in animals of I ($P < 0.001$), II ($P < 0.001$), III ($P < 0.01$), IV ($P < 0.001$) and V ($P < 0.05$) experimental groups compared to control. It should be noted that high probable differences between experimental and control groups were found in animals that consumed different amounts of sulfur citrate, and lower - sodium sulfate. The mass of the alimentary canal with its contents was higher in rabbits of the II ($P < 0.001$), III ($P < 0.01$) and IV ($P < 0.001$) experimental groups, and the weight of the head increased significantly ($P < 0.001$) only in the III group compared to the control. Other examined organs of rabbits corresponded to the physiological parameters of their percentage in the body, however, the obtained results were not significant, but noted an increase at the level of the trend compared to the control.

The thickness of the epidermis of the skin of rabbits of the I, II, III, IV and V experimental groups was probably higher by 11.6, respectively; 14.5; 13.8; 16.4 and 11.2% compared to the

control group. The thickness of the dermis and subcutaneous tissue of the skin of rabbits in the I, II, III and IV experimental groups probably increased by 5.3, respectively; 7.8; 9.5 and 7.4% in relation to the control. The total value of the epidermal layer and dermis with subcutaneous tissue was correlated with indicators of the total thickness of the skin of rabbits of the I, II, III, IV and V experimental groups, which were greater by 5.4; 7.9; 9.6; 7.5 and 5.4% for the control group.

Therefore, drinking sulfur citrate affected the growth and development of the rabbit body after weaning, which was characterized by a more pronounced effect on the intensity of growth and slaughter performance of the organism, a higher weight of the skin, intestines with contents, head, lungs and liver of rabbits that consumed sulfur citrate in the amount of 4 and 8 mg S/kg body weight. The use of sodium sulfate at the rate of 40 mg S/kg of body weight did not have a significant effect on the studied indicators of the intensity of growth of the rabbit body, except for the weight of the skin. Differences in the thickness of the skin layers of all experimental groups compared to the control were probable, which may indicate a special activating effect of the applied sulfur compounds on the course of metabolism in the skin tissue of rabbits.

Key words: rabbits, sulfur citrate, sodium sulfate, internal organs, skin thickness, mass coefficients.