






original article | UDC 599.322/.324.616-071 | doi: 10.31210/visnyk2022.02.27

CHANGES IN CLINICAL AND HEMATOLOGICAL STATUSES IN THE CHILEAN WHITES OF DEGU FOR DIABETES

T. Lokes-Krupka^{1*}ORCID  [0000-0002-6302-9615](https://orcid.org/0000-0002-6302-9615)M. Tsvilichovsky²ORCID  [0000-0002-5663-6644](https://orcid.org/0000-0002-5663-6644)S. Kravchenko¹ORCID  [0000-0002-7420-9320](https://orcid.org/0000-0002-7420-9320)T. Burda¹ORCID  [0000-0002-2262-9040](https://orcid.org/0000-0002-2262-9040)¹ Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine² National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony Str., Kyiv 03041, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: terra_yet@ukr.net

How to Cite

Lokes-Krupka, T., Tsvilichovsky, M., Kravchenko, S., & Burda, T. (2022). Changes in clinical and hematological statuses in the Chilean whites of Degu for diabetes. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 232–238. doi: 10.31210/visnyk2022.02.27

The article presents the results of the analysis of four Degu squirrels (*Octodon degus*) patients with diabetes. The main goal of the conducted research was to investigate the clinical and hematological indicators of the pathology. Significant violations of conditions of maintenance and diet were established. In turn, this led to the development of pathology. In the course of clinical studies, suppression of the general clinical condition was found in 100 % of animals. Classic polyuria and polydipsia were characteristic manifestations of diabetes in Degu squirrels. These clinical signs are evidence of the development of intoxication and ketoacidosis in animals with pathology. An important element of the clinical manifestation is also the development of visual disturbances. In the most severe case, the development of cataract was registered. Most of the animals (75 %) were overweight, and the squirrel with cataracts lost weight. With the determination of hematological indicators of patients with diabetes mellitus, significant blood clotting was revealed. Presumably, this happened as a result of the development of intoxication in animals. This is evidenced by an increase in the number of erythrocytes and hemoglobin content by 27.8 and 30.1 % ($p \leq 0.01$) compared to the control group of animals. The presence of an inflammatory process was also recorded in sick animals as a result of hematological studies. This result was confirmed by an increase in the number of leukocytes by 62.7 % ($p \leq 0.01$) compared to clinically healthy animals. Since the metabolism of carbohydrates undergoes significant changes in animals with diabetes, it is necessary to determine the glucose content in the blood. It should be noted the additional need to conduct a test for glucose tolerance in Degu protein for diabetes. That is, determining the content of the indicator before and after feed consumption. As a result of the research, a significant difference was found in the Degu protein values of the control and experimental groups. In particular, animals with diabetes have a significantly higher level of glucose even on an empty stomach (by 3.7 times) compared to clinically healthy animals. After feeding a portion of fodder, the protein of the control group did not significantly change the glucose index, on the other hand, the protein of the experimental group increased by 28.0% compared to the fasting indicator. In this way, it is possible to establish a significant violation of carbohydrate metabolism in the Degu protein of patients with diabetes.

Key words: *Octodon degus*, diabetes, hyperglycemia, cataract, insulin resistance.

ЗМІНИ КЛІНІЧНОГО ТА ГЕМАТОЛОГІЧНОГО СТАТУСІВ У ЧІЛІЙСЬКИХ БІЛОК ДЕГУ ЗА НАЯВНОСТІ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ

*Т. П. Локес-Крупка*¹, *М. І. Цвіліховський*², *С. О. Кравченко*¹, *Т. Л. Бурда*¹

¹ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

² Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

У роботі наведені результати дослідження чотирьох хворих на цукровий діабет білок Дегу (*Octodon degus*). Основною метою проведених досліджень було з'ясувати клінічні та гематологічні показники за цієї патології. Встановлено значні порушення умов утримання та раціону, що своєю чергою і призвело до розвитку патології. Під час проведення клінічних досліджень виявлено пригнічення загально клінічного стану у 100 % тварин. Характерними проявами цукрового діабету у білок Дегу були класичні поліурія та полідипсія. Ці клінічні ознаки є свідченням розвитку інтоксикації та кетоацидозу у тварин з такою патологією. Також важливим елементом клінічного прояву є розвиток порушень зору, у найтяжчому випадку реєстрували розвиток катаракти. Більшість тварин (75 %) мали надмірну вгодованість, а білка, що мала катаракту, навпаки – схудла. Під час визначення гематологічних показників хворих на цукровий діабет білок Дегу виявлено значне згущення крові, імовірно, внаслідок розвитку інтоксикації у тварин. Про що свідчить зростання кількості еритроцитів та вмісту гемоглобіну на 27,8 та 30,1 % ($p \leq 0,01$) порівняно із контрольною групою тварин. Також у хворих тварин за наслідками гематологічних досліджень зафіксовано наявність запального процесу, що підтверджувалось зростанням кількості лейкоцитів на 62,7 % ($p \leq 0,01$) порівняно з клінічно здоровими тваринами. Оскільки саме за наявності цукрового діабету у тварин значних змін зазнає обмін вуглеводів, необхідним є визначення вмісту глюкози у крові. Варто відмітити додаткову необхідність проведення тесту на толерантність до глюкози у білок Дегу з цукровим діабетом, тобто визначити вміст показника до і після споживання корму. У результаті проведених досліджень виявлено значну різницю в показниках у білок Дегу контрольної та дослідної груп. Зокрема у тварин із цукровим діабетом виявлено значно вищий показник рівня глюкози навіть натще (у 3,7 рази) порівняно із клінічно здоровими тваринами. Після згодовування порції корму у білок контрольної групи достовірно показник глюкози не змінився, натомість у білок дослідної групи він ще зріс на 28,0 % порівняно із показником натще. Отже, можна встановити у білок Дегу, хворих на цукровий діабет, значне порушення вуглеводного обміну.

Ключові слова: *Octodon degus*, цукровий діабет, гіперглікемія, катаракта, інсулінорезистентність.

Вступ

Останнім часом спостерігається тенденція до утримання нетрадиційних тварин-компаньонів, також відомих як екзотичні домашні тварини. До таких домашніх тварин належать папуги, рептилії, амфібії та кролики, а також невеликі види гризунів, наприклад, Дегу та морські свинки. Багато з цих екзотичних видів домашніх тварин не одомашнені і часто мають особливі потреби в неволі, задовільнити які в багатьох власників немає можливостей чи знань. Утримання тварин в умовах, до яких вони погано пристосовані, є загрозою їхньому здоров'ю [1, 2].

Octodon degus – це кавіоморфний гризун із Центрального Чилі, який був описаний як денний зі значною активністю на світанку та в сутінках, він є унікальну модель для вивчення фізіологічних і поведінкових рис, включаючи когнітивні та сенсорні здібності [3]. Дегу живуть колоніями і мають добре структуровану соціальну організацію, з переважно добово-сухурчастою циркадною активністю. Більш примітним є той факт, що в неволі вони розмножуються і живуть від 5 до 7 років і мають ознаки нейродегенеративних захворювань (включаючи хворобу Альцгеймера), діабет та рак [1, 4].

Octodon degus – це денно-вечірній гризун з двоколірним зором. Співвідношення та розподіл паличок і колбочок сітківки істотно варіюється залежно від середовища проживання та способу життя [5, 6]. Сітківка Дегу має М-колбочки із зеленою чутливістю ($\lambda_{max} = 510$ нм) і S-колбочки з ультрафіолетовою (УФ) чутливістю ($\lambda_{max} = 370$ нм), що є унікальним для денного гризуна. У більшості таксонів гризунів S-колбочки мають синю чутливість, що залежить від амінокислот, присутніх у кількох ключових положеннях. УФ-колбочки Дегу були підтверджені електроретинографією, поведінкою, імуноцитохімією та частковими послідовностями опсину. Чому деякі гризуни мають чутливі до ультрафіолетового випромінювання та фіолетові колбочки, невідомо,

але припускається, що вони корисні для статевого відбору, навігації, пошуку їжі, об'єктів та виявлення сечі [7].

Найпоширенішими захворюваннями Дегу є набуті захворювання зубів (60,0 %) зі значно більшою поширеністю у старших тварин ($p < 0,001$), алопеція шкіри внаслідок пережовування хутра (13–33 %) та катаракта кришталікова (13–33 %) [8]. Інші поширені розлади включають травматичні ушкодження м'яких тканин (рани від укусів), травматичні переломи, діарею, цукровий діабет та хворобу Альцгеймера. Репродуктивні розлади найчастіше пов'язані з дистосцією та патологічними змінами в постнатальному періоді [9–12].

Молекулярні та гістологічні дані свідчать про те, що у цих гризунів існує природна резистентність до інсуліну через їх нижчу метаболічну активність та знижену здатність зв'язування з інсуліновими рецепторами. У спійманих Дегу рівень глюкози подібний до інших ссавців, а непереносимість глюкози у цих видів обумовлена різною фізіологічною активністю інсуліну та загальною недостатністю їх підшлункової залози [13].

Дегу, безсумнівно, має сильну схильність до діабету в результаті інсулінорезистентності, але повідомлення про амілоїдоз острівців Лангерганса та інсулін, пов'язаний з цитомегаловірусом, свідчать про те, що діяльність підшлункової залози у цього виду загалом не досконала. У природному середовищі у білок Дегу досить рідко розвивається цукровий діабет. Ймовірно, це є результатом дієти на природних пасовищах, багатих білками і низьким вмістом вуглеводів [11, 14–17].

У лабораторних умовах незначна зміна споживання вуглеводів призводить до розвитку стійкої гіперглікемії та глюкозурії, яку реєструють і у тварин інших видів за наявності патології [18]. При годівлі білок Дегу раціоном, що включає лише прості вуглеводи, є значний ризик розвитку цукрового діабету із супутньою патологією (діабетична нефропатія та катаракта) [19].

Було припущено, що Дегу особливо добре підходить як модель тварин для дослідження помутніння кришталіка, яке розвивається природним чином у тварин, вирощених у лабораторії [20–23]. Дегу мають підвищену сприйнятливості до розвитку катаракти там, де є значна дезорганізація епітелію кришталіка, навіть до помутніння, катаракта розвивається у Дегу вторинно відносно цукрового діабету [24].

Однією з можливих причин сприйнятливості цих тварин до розвитку катаракти є висока активність альдозоредуктази у кришталіку порівняно з людською. Інгібування цього ферменту через введення кверцитрину спричинює затримку утворення катаракти у Дегу. Крім того, високі рівні альдитолу, які спостерігаються у кришталіку Дегу 6-місячного віку, також виявляються у кришталіку людини [25–28].

Основною метою проведених досліджень було дослідити клінічні та гематологічні показники у білок Дегу (*Octodon degus*) за наявності цукрового діабету.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: вивчити особливості біологічного виду *Octodon degus*; визначити фізіологічні норми показників вуглеводного обміну для цього виду тварин; визначити клінічні прояви цукрового діабету; визначити гематологічні зміни за наявності патології.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на базі клініки ветеринарної медицини ФОП Т. П. Локес-Крупка. Після реєстрації з'ясували умови утримання та годівлі тварин. Дослідна група включала чотири білки Дегу з ознаками цукрового діабету, для порівняння результатів використовували контрольну групу тварин, до якої увійшли чотири тварини без видимих ознак будь-якої патології.

Для з'ясування діагнозу тварин досліджували за допомогою клінічних та лабораторних методів дослідження. Обстеження гризунів здійснювали за такою схемою:

- збір анамнезу;
- визначення видимих клінічних ознак цукрового діабету;
- гематологічні дослідження;
- корекція умов утримання та раціону гризунів.

Кров для дослідження відбирали з хвостової вени. Загальний обсяг крові, що можна безпечно відібрати у тварин для дослідження, зазвичай, становить від 0,5–1,0 % маси тіла [29]. Оскільки у тварин цього виду дуже обмежена дозволена на відбір кількість крові, ми визначили найнеобхідніші показники, а саме кількість еритроцитів, лейкоцитів (у камері із сіткою Горяєва), вміст гемоглобіну (геміглобінціанідним методом із ацетонціангідрином) та глюкози (за допомогою глюкометра GAMMA Diamond). Під час забору крові дотримувалися правил асептики та антисептики.

Проведення статистичних розрахунків виконували за допомогою стандартного пакету “Statistica” (Microsoft Exsel 2007). Визначали середню арифметичну (M), а також статистичну помилку середньої арифметичної (m), достовірність різниці дослідних варіаційних рядів з урахуванням t-критерію Стьюдента.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження Дегу проводили при їх фіксації господарем або, знерухомлюючи їх шляхом загортання в рушник навколо тіла.

У контрольній групі Дегу виглядали спокійно, були помірно активними, мали гарний апетит, якість шерсті була висока, шкіра без уражень та пошкоджень, білки мали гарну вгодованість. Під час проведення клінічних досліджень тварин за наявності цукрового діабету дотримувались тих саме правил поводження з білками Дегу.

У дослідній групі тварин (хворі на цукровий діабет) встановлено характерні клінічні ознаки, що наведені в діаграмі (рис.).

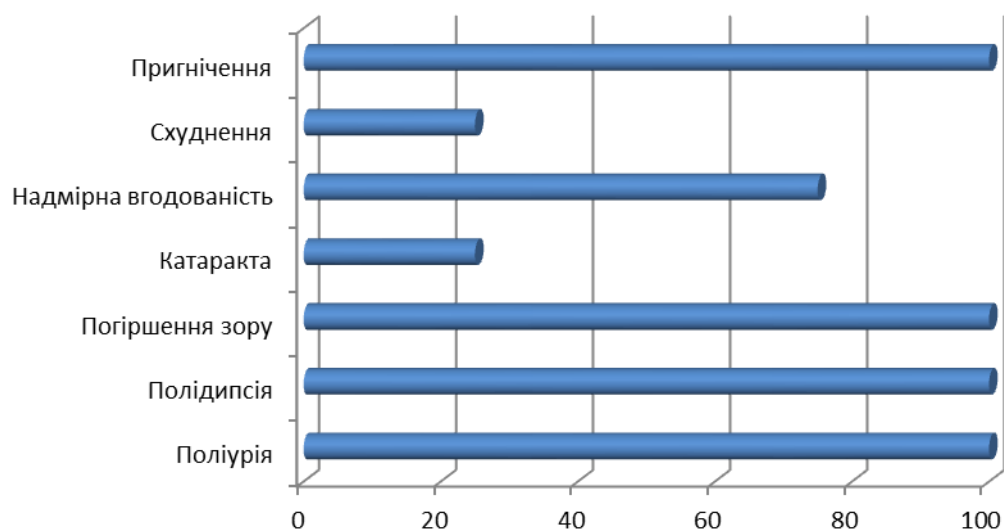


Рис. Діаграма клінічних ознак цукрового діабету у Octodon degus

Встановлено, що у всіх гризунів дослідної групи виявлено надмірне споживання води і, відповідно, посилене сечовипускання, зміна поведінки – білки стали пригніченими.

Також важливим елементом клінічного прояву є розвиток порушень зору, у найтяжчому випадку реєстрували розвиток катаракти. Більшість тварин (75%) мали надмірну вгодованість. А білка, що мала катаракту, навпаки – схудла.

Для визначення функціонального стану організму проведено лабораторні гематологічні дослідження білок Дегу обох груп (табл. 1.).

Так, провівши аналіз отриманих даних, ми можемо виявити певні відмінності у складі крові у клінічно здорових тварин та білок з цукровим діабетом.

1. Гематологічні показники у Octodon degus за наявності цукрового діабету, M±m

Показник	Контрольна група, n=4	Дослідна група, n=4	p
Еритроцити, Т/л	7,9±1,6	10,1±1,3	≤0,01
Гемоглобін, г/л	112,4±23,5	146,2±31,2	≤0,01
Лейкоцити, Г/л	8,3±0,46	13,5±0,79	≤0,01

Ми виявили розвиток запальної реакції у хворих тварин, на що вказує зростання кількості лейкоцитів на 62,7 %, порівняно з аналогічним у контрольній групі тварин.

Також зареєстровано зростання кількості еритроцитів на 27,8 % та рівня гемоглобіну на 30,1% порівняно з аналогічними у контрольній групі тварин. Означені зміни є свідченням розвитку інтоксикації організму, що часто реєструється за наявності цукрового діабету.

Важливим моментом у дослідженні рівня глюкози у білок Дегу з цукровим діабетом є проведення тесту на толерантність до глюкози, тобто визначення вмісту показника до і після споживання корму (табл. 2.)

2. Зміни рівнів глюкози крові у *Octodon degus* залежно від споживання корму, $M \pm m$

Показник	До прийому корму	Після прийому корму	p
Контрольна група, n=4	4,6±0,28	5,1±0,31	≥0,01
Дослідна група, n=4	16,8±1,25	21,5±2,24	≤0,01

Згідно з нашими дослідженнями можна виявити значну різницю показників у білок Дегу контрольної та дослідної груп. У тварин із цукровим діабетом встановлено значно вищий показник рівню глюкози навіть натще (у 3,7 раза) порівняно із клінічно здоровими тваринами. Після згодовування порції корму у білок контрольної групи достовірно показник глюкози не змінився, натомість у білок дослідної групи він зріс на 28,0 % порівняно із показником натще.

Отже, можна встановити у білок Дегу, хворих на цукровий діабет, значне порушення вуглеводного обміну.

Низька метаболічна активність та знижений вміст інсулінових рецепторів спричинили природну нечутливість Дегу до інсуліну (інсулінорезистентність). Видова непереносимість глюкози пов'язана з відмінностями в біологічній активності інсуліну (у Дегу активність інсуліну становить від 1 до 10 % на відміну від інших ссавців) та загальної функціональної недостатності їхньої підшлункової залози. Як і в людини, у Дегу розвивається амілоїдоз та гіперплазія острівців Лангерганса, що характерно для цукрового діабету II типу та інсуліноми. Цукровий діабет рідко розвивається у Дегу в їхньому природному середовищі. Це пов'язано з їх природним раціоном (їжа з низьким вмістом вуглеводів і багата на протеїни) [14].

Висновки

Найбільш характерними клінічними ознаками за наявності цукрового діабету у білок Дегу є поліурія, полідипсія, пригнічення, погіршення якості зору. Виявлено наявність надмірної вгодованості у 75,0 % тварин дослідної групи. Під час найбільш важкого перебігу патології у тварин зареєстровано схуднення та прояв катаракти. Гематологічні дослідженнями свідчать про зростання кількості лейкоцитів, еритроцитів та рівня гемоглобіну на 62,7; 27,8 та 30,1 %, відповідно ($p \leq 0,01$). Визначено, що рівень глюкози натще у хворих тварин порівняно з клінічно здоровими вищий у 3,7 раза ($p \leq 0,01$). Після споживання корму показник додатково зростав на 28,0 %.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні схожих та відмінних характеристик клінічних та гематологічних показників у чилійських білок Дегу порівняно із тваринами інших видів за наявності різноманітної ендокринної патології. Визначення впливу умов утримання та раціону на розвиток внутрішньої патології і розробка рекомендації щодо профілактики.

References

1. Ardiles, A. O., Tapia-Rojas, C. C., Mandal, M., Alexandre, F., Kirkwood, A., Inestrosa, N. C., & Palacios, A. G. (2012). Post-synaptic dysfunction is associated with spatial and object recognition memory loss in a natural model of Alzheimer's disease. *Proceedings of the National Academy of Science*, 109, 13835–13840. doi: 10.1073/pnas.1201209109
2. Becker, M. I., De Ioannes, A. E., León, C., & Ebensperger, L. A. (2007). Females of the communally breeding rodent. *Octodon degus*, transfer antibodies to their offspring during pregnancy and lactation. *Journal of Reproductive Immunology*, 74, 68–77. doi: 10.1016/j.jri.2007.01.002
3. Bozinovic, F., Gallardo, P. A., Visser, R. H., & Cortés, A. (2003). Seasonal acclimatization in water flux rate, urine osmolality and kidney water channels in free-living degus: molecular mechanisms, physiological processes and ecological implications. *The Journal of Experimental Biology*, 206, 2959–2966. doi: 10.1242/jeb.00509
4. Bozinovic, F., Rojas, J. M., Broitman, B. R., & Vasquez, R. A. (2009). Basal metabolic rate in correlated with habitat productivity among populations of degus (*Octodon degus*). *Comparative biochemistry and physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*, 152, 56–564. doi: 10.1016/j.cbpa.2008.12.015
5. Braid, N., Muñoz, P., Palacios, A. G., Castellano-Gonzalez, G., Inestrosa, N. C., Chung, R. S., Sachdev, P., & Guillemin, G. J. (2012). Recent animal models For Alzheimer's disease: Clinical implications and basic research. *Journal of Neural Transmission*, 119, 173–195. doi: 10.1007/s00702-011-0731-5

6. Colonnello, V., Iacobucci, P., Fuchs, T., Newberry, R. C., & Panksepp, J. (2011). *Octodon degus*. A useful animal model for social-affective neuroscience research: basic description of separation distress, social attachments and play. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35, 1854–1863. doi: 10.1016/j.neubiorev.2011.03.014
7. Ebensperger, L. A., Chesh, A. S., Castro, R. A., Ortiz Tolhuysen, L., Quirici, V., Burger, J. R., & Hayes, L. D. (2009). Instability rules social groups in the communal breeder rodent *Octodon degus*. *Ethology*, 15, 540–554. doi: 10.1111/j.1439-0310.2009.01635.x
8. Ebensperger, L. A., Chesh, A. S., Castro, R. A., Ortiz Tolhuysen, L., Quirici, V., Burger, J. R., Sobrero, R., & Hayes, L. D. (2011). Burrow limitations and group living in the communally rearing rodent, *Octodon degus*. *Journal of Mammalogy*, 92, 21–30. doi: 10.1644/09-MAMM-S-383.1
9. Ebensperger, L. A., Hurtado, M. J., & León, C. (2007). An experimental examination of the consequences of communal versus solitary breeding on maternal condition and the early postnatal growth and survival of degu, *Octodon degus*, pups. *Animal Behavior and Cognition*, 73, 185–194. doi: 10.1016/j.anbehav.2006.06.004
10. Ebensperger, L. A., Ramírez-Otarola, N., León, C., Ortiz, M. E., & Croxatto, H. B. (2010). Early fitness consequences and hormonal correlates of parental behaviour in the social rodent, *Octodon degus*. *Physiology & Behavior*, 101, 509–517. doi: 10.1016/j.physbeh.2010.07.017
11. Edwards, M. S. (2009). Nutrition and behavior of degus (*Octodon degus*). The veterinary clinics of North America. *Exotic Animal Practice*, 12, 237–53. doi: 10.1016/j.cvex.2009.01.003.
12. Hayes, L. D., Chesh, A. S., Castro, R. A., Tolhuysen, L. O., Burger, J. R., Bhattacharjee, J., & Ebensperger, L. A. (2009). Fitness consequences of group living in the degu *Octodon degus*, a plural breeder rodent with communal care. *Animal Behavior and Cognition*, 78, 131–139.
13. Homan, R., Hanselman, J. C., Bak-Mueller, S., Washburn, M., Lester, P., Jensen, H. E., Pinkosky, S. L., Castle, C., & Taylor, B. (2010). Atherosclerosis in *Octodon degus* (degu) as a model for human disease. *Atherosclerosis*, 212, 48–54. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2010.06.004
14. Inestrosa, N. C., Reyes, A. E., Chacon, M. A., Cerpa, W., Villalon, A., Montiel, J., Merabachvili, G., Aldunate, R., Bozinovic, F., & Aboitiz, F. (2005). Human-like rodent amyloid-beta-peptide determines Alzheimer pathology in aged wild-type *Octodon degu*. *Neurobiology of Aging*, 26, 1023–1028. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2004.09.016
15. Oliva, C. A., Rivera, D. S., Mariqueo, T. A., Bozinovic, F., & Inestrosa, N. C., (2022). Differential Role of Sex and Age in the Synaptic Transmission of Degus (*Octodon degus*). *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 28 (16), 799147. doi: 10.3389/fnint.2022.799147
16. Barth, C., Villringer, A., & Sacher, J. (2015). Sex hormones affect neurotransmitters and shape the adult female brain during hormonal transition periods. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 9, 37. doi: 10.3389/fnins.2015.00037
17. Bauer, C. M., Correa, L. A., Ebensperger, L. A., Romero, L. M. (2019). Stress, sleep, and sex: a review of endocrinological research in *Octodon degus*. *General and Comparative Endocrinology*, 273, 11–19. doi: 10.1016/j.ygcen.2018.03.014
18. Lokes-Krupka, T. P., & Tsvilikhovsky, M. I. (2019). Clinical and morphometric indices in domestic cats and dogs suffering from obesity because of diabetes. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 221–227. doi: org/10.31210/visnyk2019.03.30
19. Naya, D. E., Ebensperger, L. A., Sabat, P., & Bozinovic, F. (2008). Digestive and metabolic flexibility allows female degus to cope with lactation costs. *Physiological and Biochemical Zoology*, 81, 186–194. doi: 10.1086/527453
20. Okanoya, K., Tokimoto, N., Kumazawa, N., Hihara, S., & Iriki, A. (2008). Tool-use training in a species of rodent: the emergence of an optimal motor strategy and functional understanding. *PLoS One*, 3, 1860. doi: 10.1371/journal.pone.0001860
21. Palacios, A.G., & Lee, T. M. (2013). Husbandry and breeding in the *Octodon degus* (Molina1782). *Cold Spring Harbor protocols*. doi: 10.1101/pdb.prot073577.
22. Popovic, N., Bano-Otalora, B., Rol, M. A., Caballero-Bleda, M., Madrid, J. A., & Popovic M. (2009). Aging and time-of-day effects on anxiety in female *Octodon degus*. *Behavioural Brain Research*, 200, 117–121. doi: 10.1016/j.bbr.2009.01.001
23. van Groen, T., Kadish, I., Popovic, N., Popovic, M., Caballero-Bleda, M., Bano-Otalora, B., Vivanco, P., Rol, M. A., & Madrid, J. A. (2011). Age-related brain pathology in *Octodon degu*: blood vessel, white matter and Alzheimer-like pathology. *Neurobiology of Aging*, 32, 1651–1661. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2009.10.008

24. Vivanco, P., Rol, M. A., Madrid, J. A. (2010). Temperature cycles trigger nocturnalism in the diurnal homeotherm *Octodon degus*. *Chronobiology International*, 27, 517–534. doi: 10.3109/07420521003743660.
25. Vosko, A. M., Hagenauer, M. H., Hummer, D. L., & Lee, T. M. (2009). Period gene expression in the diurnal degu (*Octodon degus*) differs from the nocturnal laboratory rat (*Rattus norvegicus*). *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 296, 353–361. doi: 10.1152/ajpregu.90392.2008
26. Hocker, S. E., Eshar, D., & Wouda, R. M. (2017). Rodent oncology: diseases, diagnostics, and therapeutics. The veterinary clinics of North America. *Exotic Animal Practice*, 20 (1), 111–134. doi: 10.1016/j.cvex.2016.07.006
27. Jekl, V., Hauptman, K., & Knotek, Z. (2011). Diseases in pet degus: A retrospective study in 300 animals. *The Journal of Small Animal Practice*, 52, 107–112. doi: 10.1111/j.1748-5827.2010.01028.x
28. Smith, K. M., Smith, K. F., & D'Auria, J. P. (2012). Exotic Pets: Health and Safety Issues for Children and Parents. *Journal of Pediatric Health Care*, 26 (2), e2–e6. doi: 10.1016/j.pedhc.2011.11.009

Стаття надійшла до редакції: 10.04.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Локес-Крупка Т. П., Цвіліховський М. І., Кравченко С. О., Бурда Т. Л. Зміни клінічного та гематологічного статусів у чілійських білок Дегу за наявності цукрового діабету. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 232–238.

© Локес-Крупка Терезія Петрівна, Цвіліховський Микола Іванович,
Кравченко Сергій Олександрович, Бурда Тетяна Леонідівна, 2022