

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

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print

ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet10719

<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:618.14:636.2

A histological pattern of the internal genitalia of cows with follicular ovarian cyst

L. H. Yevtukh✉, H. P. Hryshchuk, Yu. V. Kovalchuk, S. S. Zaika

Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Article info

Received 15.07.2022

Received in revised form

15.08.2022

Accepted 16.08.2022

Polissia National University,
7 Staryi Blvd, Zhytomyr,
10008, Ukraine.
Tel.: +38-098-509-90-49
E-mail: kludavei@gmail.com

Yevtukh, L. H., Hryshchuk, H. P., Kovalchuk, Yu. V., & Zaika, S. S. (2022). A histological pattern of the internal genitalia of cows with follicular ovarian cyst. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(107), 119–124. doi: 10.32718/nvlvet10719

Intensification of the cattle population reproduction is an indispensable condition for the increase in the production of cattle breeding products. However, everyday abnormal effects of various factors on the intensively functioning organism of animals lead to the emergence of pathologies that restrain the rate of increase in the number of cows. Despite a wide range of problems, the results of numerous studies confirm and emphasize that a significant cause of symptomatic infertility in rejected cows is ovarian follicular cysts, accompanied with pathological changes in other organs of the reproductive system. Transrectal and ultrasound examination allows to diagnose pathology, but the issue of changes at the microscopic level in the ovaries and other organs of the reproductive system remains insufficiently studied, which inhibits the development of new methods of restoring the endocrine function of the gonads. In this regard, the morphology and pathology of the ovaries and uterus of cows require further careful study. The research was conducted in the conditions of the agricultural production cooperative “Agrofirma Semenivska”, Sumy region, on Holstein cows of different ages and productivity. At the gynecological stage of dispensation, the condition of the internal genital organs of 47 infertile cows, 14 of which were rejected, and 8 diagnosed with ovarian follicular cyst, was examined. In the conditions of the meat processing plant, the uterus and ovaries were dissected from the genitals taken immediately after slaughtering 8 cows. Pieces of tissue measuring 1 x 2 cm were cut from the walls of the uterus, fallopian tubes, and ovaries, then fixed in 10 % aqueous formalin solution; histosections were made according to the generally accepted method, being stained with hematoxylin-eosin, and examined by light microscopy. It has been established that on the histopreparations, made from the ovary with a follicular cyst, there is desquamation of individual cells of the covering epithelium, atresia of the obliterating type, which is characterized by dystrophic changes of granulosis with pronounced desquamation of follicular cells filling the cavity of the cystic follicle with the subsequent formation of a fibrous atretic body. While examining histological sections from the uterus, a large number of arterial vessels with thick walls surrounded by connective tissue fibers and groups of endometrial glands of a typical structure, which is typical for endometriosis, have been found in the thickness of the myometrium. The endometrium has turned out to be represented by a cytogenic stroma, the density of the cells of which gradually decreases from the surface to the muscle layer, in the basal layer, the stroma is almost entirely replaced by connective tissue. Behind the follicular cyst of the ovary, traces of mucus have been found in the lumen of the fallopian tube.

Key words: cows, follicular cyst, ovary, uterus, fallopian tubes.

Гістологічна картина внутрішніх статевих органів корів за фолікулярної кісти яєчника

Л. Г. Євтух✉, Г. П. Гришук, Ю. В. Ковальчук, С. С. Заїка

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Неодмінною умовою підвищення виробництва продукції скотарства є інтенсифікація відтворення поголів'я великої рогатої худоби. Проте повсякденні аномальні впливи різноманітних факторів на напружено функціонуючий організм тварин призводять до виникнення патологій, що стримують темпи збільшення кількості корів. Незважаючи на широкий спектр проблем, результати численних досліджень підтверджують та наголошують, що вагомою причиною симптоматичної неплідності у вибракуваних корів є фолікулярні кісти яєчників, що супроводжуються патологічними змінами і в інших органах системи відтворення. Трансрентальне та ультразвукове дослідження дозволяє діагностувати патологію, проте питання змін на мікроскопічному рівні в яєчниках та інших органах статеві системи залишається вивченим недостатньо, що гальмує розробку нових методів відновлення ендокринної функції гонад. У зв'язку з цим морфологія і патологія яєчників та матки корів вимагають подальшого ретельного вивчення. Дослідження проводили в умовах СВК "Агрофірма "Семенівська" Сумської області, на коровах породи голштин різного віку та продуктивності. За гінекологічного етапу диспансеризації досліджували стан внутрішніх статевих органів 47 неплідних корів, з яких вибракували 14, з них у 8 діагностували фолікулярну кісту яєчника. В умовах м'ясокомбінату зі статевих органів, відібраних одразу після забою 8 корів, відпрепарували матку разом з яєчниками. Зі стінок маток, маткових труб та яєчників відікали шматки тканини, розміром 1 × 2 см, фіксували в 10 % водному розчині формаліну, виготовляли гістопрізи за загальноприйнятою методикою, забарвлювали гематоксилін-еозином та досліджували методом світлової мікроскопії. Нами встановлено, що у гістопрепаратах, виготовлених з яєчника за фолікулярної кісти, спостерігається десквамація окремих клітин покривного епітелію, атрезія за облітеруючим типом, яка характеризується дистрофічними змінами гранульози з вираженою десквамацією фолікулярних клітин, що заповнюють порожнину кістозного фолікула, з подальшим утворенням фіброзного атретичного тіла. При дослідженні гістопрізів з матки у товщі міометрію виявляли велику кількість артеріальних судин з товстими стінками, що оточені сполучнотканинними волокнами, та групи ендометріальних залоз типової будови, що властиве для ендометріозу. Ендометрій представлений цитогенною стромою, щільність розташування клітин якої поступово знижується від поверхні до м'язового шару, в базальному шарі строма майже скрізь заміщена сполучною тканиною. За фолікулярної кісти яєчника в просвіті маткової труби виявлені сліди слизу.

Ключові слова: корови, фолікулярна кіста, яєчник, матка, маткові труби.

Вступ

Неодмінною умовою підвищення виробництва продукції скотарства є інтенсифікація відтворення поголів'я великої рогатої худоби. Проте повсякденні аномальні впливи різноманітних факторів на напружено функціонуючий організм тварин призводять до виникнення патологій, що стримують темпи збільшення кількості корів.

Неплідність великої рогатої худоби є досить поширеною проблемою як в Україні, так і в інших країнах світу (Farin & Estill, 1993; Lapp et al., 2020; Yevtukh et al., 2021; Ma et al., 2022). Висока захворюваність корів у післяродовому періоді, в результаті чого значно знижується їхня відтворювальна здатність та зростають економічні витрати, завдає значної шкоди господарствам різних форм власності, проте хронічні захворювання, що призводять до яловості, мають не менш важливе значення і саме вони призводять до вибракуння тварин. За даними багатьох науковців – форм неплідності корів є декілька, але серед них величезна роль належить симптоматичній, викликаній гінекологічними хворобами різної етіології (Roth et al., 2012; Gobikrushanth et al., 2016; Jafari et al., 2016; Ismail et al., 2017; Lima et al., 2019; Getahun et al., 2021).

Незважаючи на широкий спектр проблем, результати численних досліджень підтверджують, що вагомою причиною симптоматичної неплідності у вибракуваних корів є кістозне переродження яєчників (Vanholder et al., 2006; Isobe, 2007; Jeengar et al., 2019; Dhara & Sharma, 2020; Peng et al., 2020), що супроводжується патологічними змінами і в інших органах системи відтворення (Borç et al., 2018; Channo et al., 2022). Повідомляється, що частота прояву кісти яєчника у молочної худоби коливається від 6 до 20 % (Bors & Bors, 2020; Mimoune et al., 2021). Дану розбіжність можна пояснити різними визначеннями та методами діагностики, що використовуються під час скринінгу, але, за даними деяких науковців (Peter, 2004; Mimoune et al., 2021), показники можуть бути

навіть вищими, враховуючи той факт, що понад 60 % корів, у яких розвивається фолікулярна кіста, до першої овуляції після отелення можуть одужати спонтанно. Kübar and Jalakas (2002) стверджують, що кісти яєчників складають 85 % від причин симптоматичної неплідності високопродуктивних корів та зумовлюють низьку ймовірність настання вагітності навіть після лікування. Використання ультразвукового дослідження дозволяє діагностувати патологію, проте питання змін на мікроскопічному рівні в яєчниках залишається вивченим недостатньо, що гальмує розробку нових методів відновлення ендокринної функції гонад. У зв'язку з цим морфологія і патологія яєчників та матки корів вимагають подальшого ретельного вивчення.

Мета дослідження

Мета дослідження – з'ясувати гістологічні зміни у внутрішніх статевих органах корів за фолікулярної кісти яєчника.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження на тваринах проводили відповідно до правил, встановлених "Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей" (Страсбург, 1986 р.) та "Загальних етичних принципів експериментів на тваринах", схвалених I національним конгресом з біоетики (Київ, 2001 р.).

Дослідження проводили в умовах СВК "Агрофірма "Семенівська" Сумської області, на коровах породи голштин різного віку та продуктивності. За гінекологічного етапу диспансеризації досліджували стан внутрішніх статевих органів 47 неплідних корів, з яких вибракували 14, з них у 8 діагностували фолікулярну кісту яєчника. В умовах м'ясокомбінату зі статевих органів, відібраних одразу після забою 8 корів, відпрепарували матку разом з яєчниками. Зі стінок

маток, маткових труб та яєчників відсікали шматки тканини, розміром 1 x 2 см, фіксували в 10 % водному розчині формаліну, виготовляли гістозрізи, заливали у парафін за загальноприйнятою методикою, забарвлювали гематоксилін-еозином (Horalskyi et al., 2019). Гістопрепарати досліджували методом світлової мікроскопії, користуючись мікроскопом МБІ-6. Фотографували препарати цифровим фотоапаратом “Canon” при різних збільшеннях мікроскопа.

Результати та їх обговорення

Нами встановлено, що перебіг фолікулярної кисти яєчника супроводжують морфологічні зміни не лише в його паренхімі, а й у матці та маткових трубах.

Капсула яєчника типової структури, складається з фібробцитів, які утворюють волокна, що йдуть паралельно до його поверхні, вистелена мезотеліоцитами. Паренхіма яєчника складається з мозкової та кіркової речовини, стромальну частину яких складає спеціалізована пухка сполучна тканина з елементами еластичних і колагенових волокон, в якій у незначній кількості присутні поодинокі фібробласти, фібробласти, гістіоцити та макрофаги, що підтверджують дані наукової літератури (Vanholder et al., 2006). Кірковий шар, що залягає безпосередньо під капсулою, представлений одношаровим плоским епітелієм, побудований з тека-клітин, цитоплазми і ядра, які мають веретеноподібну форму на повздовжніх зрізах та округлу на поперечних (рис. 1). За фолікулярної кисти ми виявляли десквамацію окремих клітин покривного епітелію, в яких спостерігалася вакуольна і зерниста дистрофія.

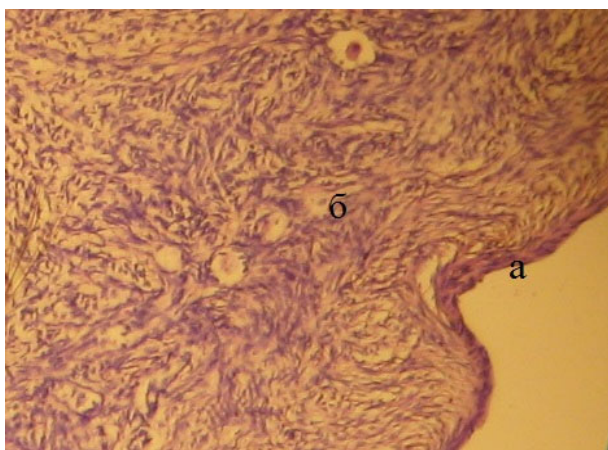


Рис. 1. Фрагмент мікроскопічної будови яєчника за фолікулярної кисти: а – капсула яєчника; б – корковий шар яєчника, Г.Е.*100

У кірковому шарі присутні фолікули різного ступеня зрілості, діаметром від 0,1 мм до 3,5 мм, вистелені гранулозою, в просвіті яких є залишки еозинофільного вмісту та гранулоза (рис. 2). Вони розташовані ближче до поверхні яєчника.

Густина тека-клітин поступово знижується від кіркового до мозкового шару, у якому переважають судини м'язово-еластичного типу, в частини яких просвіт заповнений еритроцитами, та густа сітка капіля-

рів. Строма в ділянці воріт яєчника представлена волокнистою сполучною тканиною та судинами зі склерозованою середньою оболонкою.

Нами встановлено, що на гістопрепаратах за фолікулярної кисти яєчника спостерігається атрезія за облітеруючим типом, яка характеризується дистрофічними змінами гранулози з вираженою десквамацією фолікулярних клітин, що заповнюють порожнину кістозного фолікула з подальшим утворенням фіброзного атретичного тіла.

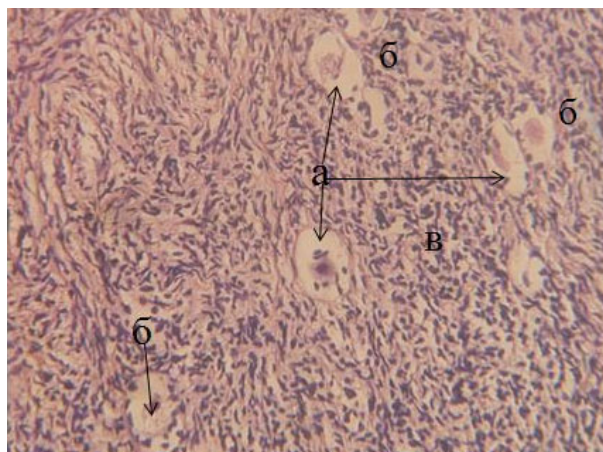


Рис. 2. Фрагмент мікроскопічної будови яєчника за фолікулярної кисти: а – фолікули; б – залишки еозинофільного вмісту; в – колагенові та сполучні волокна, Г.Е.*400

Згідно з даними (Mimoun et al., 2021) фолікулярна киста яєчника характеризується частковим зникненням гранулозних клітин, решта – зберігають як морфологію, так і функцію. Базальна мембрана частково розривається і дозволяє гранулозним клітинам проникати у внутрішню теку. Клітини теки (theca interna) збільшені, набряклі, містять кругле і широке ядро. Ці клітини втрачають своє характерне розташування, паралельне базальній мембрані, але все ще зберігають свою секреторну активність, як підтверджено Hamilton et al. (1995), які повідомили, що кисти можуть ще залишатися функціональними впродовж тривалого періоду. Наведені результати також висвітлюють роботу інших дослідників, які показали, що зміни, які відбуваються за фолікулярної кисти, відрізняються від тих, що спостерігаються при атрезії фолікулів. Механізм цих змін наразі остаточно не з'ясований (Mimoun et al., 2021).

Skovorodin et al. (2020) проводили гістологічний та електронно-мікроскопічний аналіз яєчників корів за фолікулярної кисти і виявили значну кількість аномалій. Розвиток фолікулярних кіст яєчників призводив до стоншення кіркової речовини та зменшення щільності розташування фолікулів. Фолікулярна оболонка поступово заміщувалася пухкою сполучною тканиною. Дисфункція яєчників супроводжувалася масовою елімінацією фолікулів яєчників. У цьому випадку апоптоз овоцитів відбувається швидко. Водночас фолікулярний епітелій зберігався навіть після зникнення статевої клітини.

Гістологічне дослідження матки показало, що її зовнішня поверхня покрита мезотелієм. Під ним залягає шар м'язової тканини з поперечно розташованими волокнами, в якому проходять лімфатичні судини, вистелені одним шаром ендотеліоцитів, і кровоносні судини. Навколо судин щільність розташування сполучнотканинних волокон знижується, вони розташовані пухко, клітини мають типову веретеноподібну форму. Під ним залягає циркулярний м'язовий шар, що складається з циркулярно розташованих міоцитів, які мають овальної форми ядра (рис. 3).

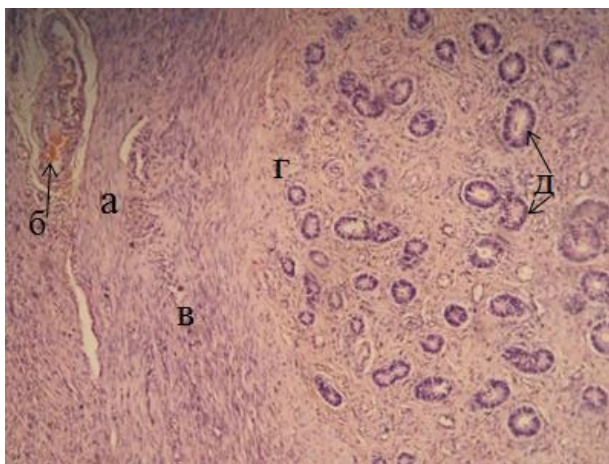


Рис. 3. Фрагмент мікроскопічної будови ендометрію матки за фолікулярної кисти яєчника: а – м'язовий шар; б – кровоносні судини; в – сполучнотканинні волокна; г – ендометрій; д – залози, Г.Е.*100

У товщі м'язового шару – велика кількість артеріальних судин з товстими стінками, що оточені сполучнотканинними волокнами, та групи ендометріальних залоз типової будови, що властиво для ендометріозу.

Ендометрій представлений цитогенною стромою, щільність розташування клітин якої поступово знижується від поверхні до м'язового шару, в базальному шарі за фолікулярної кисти яєчника строма майже на всьому протязі заміщена сполучною тканиною. Клітини строми округлі (рис. 3).

Залози базального шару слизової оболонки округло-овальної форми, дрібні, з однорядним кубічним епітелієм, апікальний край рівний, рожевого кольору, цитоплазма залозистого епітелію рожевого кольору (рис. 3). Ядра гіперхромні, круглі. Частина залоз, що розташовані в губчастому шарі, мають більші розміри, епітелій в них злущився в просвіт залоз, ядра круглі, дрібні, гіперхромні (рис. 4).

Зовнішній шар маткової труби представлений пухкою сполучною тканиною типової будови, волокна якої проходять паралельно поверхні органу, з частково збереженим мезотелієм по поверхні та жирною тканиною типової будови (рис. 5).

Артеріальні м'язово-еластичного типу судини повнокровні, розташовані в брижі, їх просвіт заповнений еритроцитами. Під сполучною тканиною розташований циркулярний м'язовий шар, який складається з міоцитів, ядра яких розташовані центрально (рис. 5).

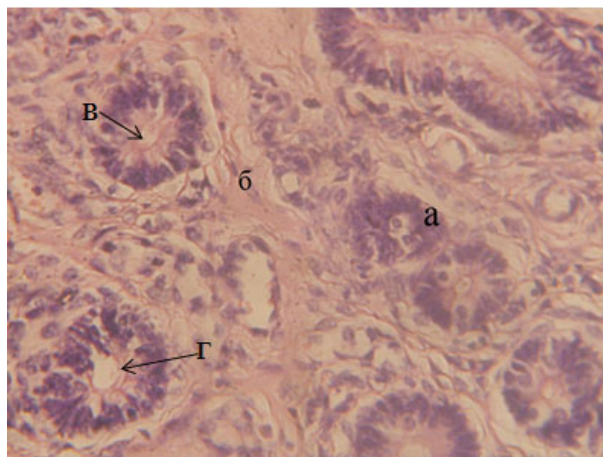


Рис. 4. Фрагмент мікроскопічної будови матки за фолікулярної кисти яєчника: а – епітелій залоз; б – сполучнотканинні перегородки; в – просвіт залоз; г – апікальний край епітелію, Г.Е.*400

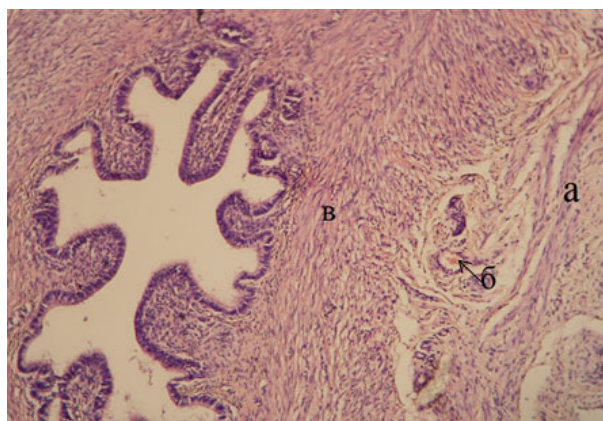


Рис. 5. Фрагмент мікроскопічної будови маткової труби за фолікулярної кисти яєчника : а – зовнішній шар, сполучна тканинна; б – артеріальні судини; в – м'язовий шар, Г.Е.*100.

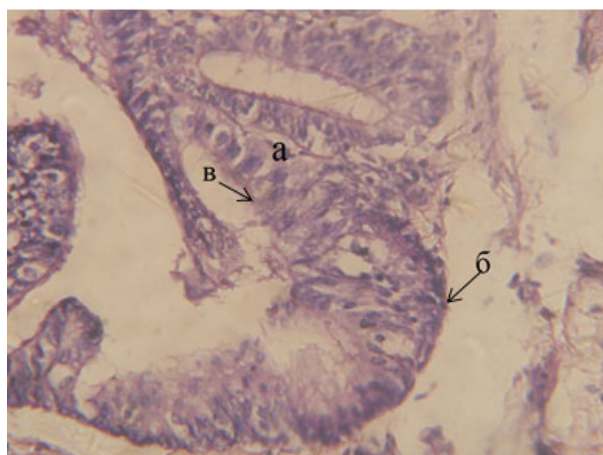


Рис. 6. Фрагмент мікроскопічної будови маткової труби за фолікулярної кисти яєчника: а – циліндричний епітелій; б – базальна мембрана; в – апікальний край, Г.Е.*400

Слизова оболонка складчаста, з наявною епітеліальною вистилкою, представленою секреторно-трубним циліндричним епітелієм з базально розташованими ядрами. Строма ворсин побудована зі сполуч-

ної тканини, у якій виявлені поодинокі лімфоцити. Базальна мембрана (рис. 6) у вигляді рожевої смужки. Апікальний край нерівний, з секреторними гранулами, в просвіті маткової труби – сліди рожевого слизу.

Висновки

Гістологічна картина внутрішніх статевих органів корів за фолікулярної кісти яєчника характеризується змінами у яєчниках, матці та маткових трубах. У гістопрепаратах, виготовлених з яєчника, спостерігається десквамація окремих клітин покривного епітелію, атрезія фолікулів за облітеруючим типом. Дослідження гістозрізів з матки показало у товщі міометрію велику кількість артеріальних судин з товстими стінками, які оточені сполучнотканинними волокнами, та групи ендометріальних залоз, що властиво для ендометріозу. В просвіті маткової труби виявлені сліди слизу.

Перспективи подальших досліджень – вивчення гістологічної картини внутрішніх статевих органів корів за симптоматичної неплідності.

Відомості про конфлікт інтересів.

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bors, S. I., & Bors, A. (2020). Ovarian cysts, an anovulatory condition in dairy cattle. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 82(10), 1515–1522. DOI: 10.1292/jvms.20-0381.
- Borş, S. I., Ibanescu, I., Creanga, S., & Borş, A. (2018). Reproductive performance in dairy cows with cystic ovarian disease after single treatment with buserelin acetate or dinoprost. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 80(7), 1190–1194. DOI: 10.1292/jvms.17-0690.
- Butler, W. R. (2003). Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, 83(2–3), 211–218. DOI: 10.1016/S0301-6226(03)00112-X.
- Cattaneo, L., Signorini, M. L., Bertoli, J., Bartolome, J. A., Gareis, N. C., Diaz, P. U., & Ortega, H. H. (2014). Epidemiological description of cystic ovarian disease in argentine dairy herds: Risk factors and effects on the reproductive performance of lactating cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 49(6), 1028–1033. DOI: 10.1111/rda.12432.
- Channo, A., Kaka, A., Kalwar, Q., Jamali, I., Jelani, G., Bakhsh, M., Dahri, G. N., & Goil, J. P. (2022). An overview of bovine cystic ovarian disease. *Pakistan Journal of Zoology*, 54, 2437–2444. DOI: 10.17582/journal.pjz/20210905140956.
- Dhara, S., & Sharma, M. (2020). Cystic ovarian disease in dairy cow. *Theriogenology Insight: An International Journal of Reproduction in all Animals*, 9, 1–8. DOI: 10.30954/2277-3371.01.2019.6.
- Farin, P. W., & Estill, C. T. (1993). Infertility due to abnormalities of the ovaries in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 9(2), 291–308. DOI: 10.1016/s0749-0720(15)30647-2.
- Getahun, A. M., Hunderra, G. C., Gebrezihar, T. G, Boru, B. G., Desta, N. T., & Ayana, T. D. (2021). Comparative study on lesions of reproductive disorders of cows and female dromedary camels slaughtered at Addis Ababa, Adama and Akaki abattoirs with bacterial isolation and characterization. *BMC Veterinary Research*, 17(1), 134. DOI: 10.1186/s12917-021-02822-z.
- Gobikrushanth, M., Salehi, R., Ambrose, D. J., & Colazo, M. G. (2016). Categorization of endometritis and its association with ovarian follicular growth and ovulation, reproductive performance, dry matter intake, and milk yield in dairy cattle. *Theriogenology*, 86(7), 1842–1849, DOI: 10.1016/j.theriogenology.2016.06.003.
- Horalskyi, L. P., Khomych, V. T., & Kononskyi, O. I. (2019). *Osnovy histolohichnoi tekhniky i morfofunktsionalni metody doslidzhennia u normi ta pry patolohii* [Fundamentals of histological technique and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions]. Polissia, Zhytomyr (in Ukrainian).
- Ismail, I. M., Waheeb, R. S., & Hatab, S. A. (2017). Reproductive performance of Holstein-Friesian dairy cows subjected to different treatments for cystic ovarian follicles. *The Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 53(2), 16–23. DOI: 10.5455/ajvs.256190.
- Isobe, N. (2007). Follicular cysts in dairy cows. *Animal Science Journal*, 78(1), 1–6. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2006.00397.x.
- Jafari, D. A., Mirshokraei, P., & Dehghani, A. (2016). Metabolic profiles of high-yielding dairy cows with ovarian cysts formation. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 9, 241–248. DOI: 10.22059/IJVM.2016.56323.
- Jeengar, K., Chaudhary, V., Kumar, A., Raiya, S., Gaur, M., & Purohit, G. N. (2019). Ovarian cysts in dairy cows: Old and new concepts for defenition, diagnosis and therapy. *Animal Reproduction*, 11(2), 63–73. URL: <https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a6042f7783717068b4668>.
- Kubar, H., & Jalakas, M. (2002). Pathological changes in the reproductive organs of cows and heifers culled because of infertility. *Journal of Veterinary Medicine Series A. Physiology, pathology, clinical medicine*, 49(7), 365–72. DOI: 10.1046/j.1439-0442.2002.00459.x.
- Lapp, R., Rottgen, V., Viergutz, T., Weitzel, J. M., & Vermunft, A. (2020). Induction of cystic ovarian follicles (COFs) in cattle by using an intrafollicular injection of indomethacin. *The Journal of reproduction and development*, 66(2), 181–188. DOI: 10.1262/jrd.2019-107.
- Lima, F. S., Acosta, D. A., Egan, T. R., Skenandore, C., Sulzberger, S., French, D. D., & Cardoso, F. C. (2019). Steroidogenic, metabolic, and immunological markers in dairy cows diagnosed with cystic ovarian follicles at early and mid-late lactation. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 324. DOI: 10.3389/fvets.2019.00324.
- Ma, J., Burgers, E. E. A., Kok, A., Goselink, R. M. A., Lam, T. J. G. M., Kemp, B., & van Kneegsel, A. T. M. (2022). Consequences of extending the voluntary waiting period for insemination on reproductive performance in dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 244, 107046. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2022.107046.
- Mimoune, N., Azzouz, M. Y., Khelef, D., & Kaidi, R. (2021). Ovarian cysts in cattle: a review. *Veterinarska stanica*, 52(5), 587–603. DOI: 10.46419/vs.52.5.10.

- Peng, S. Y., Wu, T. H., Lin, T. Y., Hii, L. Y., Chan, K. S., Fu, T. Y., Chang, S. C., Shen, P. C., Liu, K. Y., & Shaw, S. W. (2020). Application of cattle placental stem cells for treating ovarian follicular cyst. *World Journal of Stem Cells*, 12(11), 1366–1376. DOI: 10.4252/wjsc.v12.i11.1366.
- Peter, A. T. (2004). An update on cystic ovarian degeneration in cattle. *Reproduction in domestic animals*, 39(1), 1–7. DOI: 10.1046/j.0936-6768.2003.00466.x.
- Roth, Z., Biran, D., Lavon, Y., Dafni, I., Yakobi, S., & Braw-Tal, R. (2012). Endocrine milieu and developmental dynamics of ovarian cysts and persistent follicles in postpartum dairy cows. *Journal of dairy science*, 95(4), 1729–1737. DOI: 10.3168/jds.2011-4513.
- Skovorodin, E., Mustafin, R., Bogoliuk, S., Bazekin, G., & Gimranov, V. (2020) Clinical and structural changes in reproductive organs and endocrine glands of sterile cows. *Veterinary World*, 13(4), 774–781. DOI: 10.14202/vetworld.2020.774-781.
- Vanholder, T., Opsomer, G., & de Kruif, A. (2006). Aetiology and pathogenesis of cystic ovarian follicles in dairy cattle: a review. *Reproduction Nutrition Development*, 46(2), 105–119. DOI: 10.1051/rnd:2006003.
- Yevtukh, L. H., Hryshchuk, H. P., & Kovalchuk, Yu. V. (2021). Zastosuvannja stymuljacji' i synhronizacii' ohoty u borot'bi z neplidnistju koriv [Application of stimulation and synchronization of sexual hunting in the treatment of infertility in cows]. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 7, 35–39. DOI: 10.31890/vtpp.2021.07.05 (in Ukrainian).