

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/nvlvet10605

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

UDC 619:612. 017:636.3.084

Influence of microbial additive on the number of dominant intestinal microorganisms of piggies under action of stress weaning

O. I. Slepokura, I. A. Kolomiets[✉], L. S. Garmata, V. A. Kolotnytskiy, O. I. Kamratska

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 21.03.2022

Received in revised form

21.04.2022

Accepted 22.04.2022

Slepokura, O. I., Kolomiets, I. A., Garmata, L. S., Kolotnytskiy, V. A., & Kamratska, O. I. (2022). Influence of microbial additive on the number of dominant intestinal microorganisms of piggies under action of stress weaning. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(106), 29–33. doi: 10.32718/nvlvet10605

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-112-41-45
E-mail: kolomiciryyna@gmail.com

The article presents the results of the study of the number of dominant intestinal microorganisms in piglets during weaning for 28 days of life (under stress), as well as in different periods of resistance (20 and 60 days after weaning) and the inclusion in the diet of microbial supplements “Biovir”. The experiments were performed on clinically healthy piglets 5–90 days of the age of the Poltava white breed. On the 28th day of life, the piglets were weaned from the sow, which served as industrial stress for the animals. Piglets of the experimental group were additionally fed from 5 to 45 days of age feed supplement “Biovir,” the use and doses of which are agreed following the instructions and offered by the manufacturer – biotechnology company “Ariadna” in Odessa. The analysis of the obtained results indicates that during weaning (28 days of life) in the intestines of piglets that did not receive supplements of microbial origin “Biovir,” the number of dominant microorganisms is within the specified age of animals, which is a sign of microorganisms, healthy animals and indicates a sufficient level of adaptive responses of their body. It was found that under stress in the ileum and colon of piglets that did not receive supplements, the number of dominant intestinal microorganisms is characterized by a decrease in bifidobacteria and lactobacilli, as well as the growth of *Escherichia coli* by an average of two orders of magnitude ($P < 0.05$), resistance 20 days after weaning. There was no stabilization of the number of groups of microorganisms studied in the intestines of piglets 60 days after weaning. The use of “Biovir” supplements in piglets from 5 to 45 days of age has a positive effect on the number of dominant intestinal microorganisms before and after exposure to weaning stress (at the stage of resistance) due to a stable and probably higher number of bifidobacteria and lactobacilli on average, by 15.8 % ($P < 0.05$), as well as redistribution of *Escherichia coli* even after cessation of feeding (60 days after weaning). The results show that the components of “Biovir” supplements – products of lactic acid and bifidobacteria metabolism – affect the function of the intestinal mucosa and help restore normal microflora.

Key words: lactobacillus, bifidobacteria, *E. coli*, microflora, intestine, piglets, weaning, stress, adaptation.

Вплив добавки мікробного походження на кількість домінуючих мікросимбіонтів кишечника поросят за дії стресу-відлучення

O. I. Слепокура, I. A. Коломієць[✉], Л. С. Гармата, В. А. Колотницький, О. І. Камрацька

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті наведено результати дослідження кількості домінуючих мікросимбіонтів кишечника поросят у період відлучення на 28 добу життя (за дії стресу), а також у різні періоди розвитку стадії резистентності (через 20 та 60 діб після відлучення) та при включенні в раціон добавки мікробного походження “Біовір”. Досліди проведені на клінічно здорових поросятах 5–90-добового віку полтавської білої породи. На 28 добу життя поросят відлучали від свиноматки, що слугувало промисловим стресом для орга-

нізму тварин. Поросятам дослідної групи додатково з 5- до 45-добового віку згодовували кормову добавку “Біовір”, застосування та дози якої узгоджені відповідно до інструкції та запропоновані виробником – біотехнологічною компанією “Аріадна” м. Одеси. Аналіз отриманих результатів вказує на те, що у період відлучення (28 доба життя) у кишечнику поросят, які не отримували добавки мікробного походження “Біовір”, кількість домінуючих мікросимбіонтів перебуває у межах, визначених для даного віку тварин, що є ознакою сформованого мікробіоценозу, клінічно здорових тварин та вказує на достатній рівень адаптаційних реакцій їх організму. Виявлено, що за дії стресу в клубовій та ободовій кишці поросят, які не отримували добавки, кількість домінуючих мікросимбіонтів кишечника характеризується зниженням біфідо- і лактобактерій, а також зростанням кишкової палички в середньому на два порядки ($P < 0,05$), насамперед на стадії резистентності через 20 діб після відлучення. Не встановлено стабілізації кількості досліджуванних нами груп мікроорганізмів кишечника поросят через 60 діб після відлучення. Використання в годівлі добавки “Біовір” з 5- до 45-добового віку поросят чинить позитивний вплив на кількість домінуючих мікросимбіонтів їх кишечника до та після дії стресу-відлучення (на стадії резистентності) за рахунок стабільно і вірогідно вищої кількості біфідо- і лактобактерій в середньому на 15,8 % ($P < 0,05$), а також перерозподілу кишкової палички навіть після припинення її згодовування (через 60 діб після відлучення). Отримані результати свідчать про те, що складові добавки “Біовір” – продукти метаболізму молочнокислих і біфідобактерій – впливають на функцію слизової оболонки кишечника і сприяють відновленню нормальної мікрофлори.

Ключові слова: лактобактерії, біфідобактерії, кишкова паличка, мікробіота, кишечник, поросята, відлучення, стрес, адаптація.

Вступ

Відомо, що ранній постнатальний період онтогенезу поросят-сисунів характеризується “природним дисбактеріозом”, оскільки процес колонізації біфідо- і лактофлорою відбувається в кишечнику лише до 20–25-добового віку тварин (Han et al., 2019; Che et al., 2019; Tan et al., 2019). Літературні дані переконливо доводять, що біфідо- і лактофлора домінує в кишечнику здорових тварин як за чисельністю, так і за фізіологічною значущістю, в чому детермінуючою є її участь в кооперації з макросимбіотом для забезпечення колонізаційної резистентності (Zhang et al., 2016; Valero-Cases et al., 2020). Механізм дії домінуючих мікросимбіонтів полягає у зміні міжмікробної взаємодії шляхом стимуляції вироблення секреторних антигнів, процесів фагоцитозу, кліренсу, конкуренції за лімітуючі поживні речовини і за місця прикріплення до кишкової стінки, розщеплення і нейтралізації інгібувальних речовин, синтезу лізоциму та інтерферону, утворення ацетатного буферу, перекису водню, антибіотикоподібних речовин, летких жирних кислот і т. д. (Hedemann & Jensen, 2004; Ren et al., 2022; Tian et al., 2022). Раннє відлучення поросят-сисунів від свиноматки та зміна годівлі стає додатковим надпороговим стресором (Danchuk et al., 2020), який не відповідає рівню детермінованих адаптаційно-компенсаторних можливостей організму тварин, виходячи з того, що ця вікова група має недосконалу та незрілу систему імунного захисту, що веде до розвитку ендогенної інфекції, супроводжується розвитком шлунково-кишкових захворювань (Stojanovskyj & Ogrodnik, 2016; Khalak et al., 2020; 2021). Актуальним залишається ефективність застосування добавок мікробного походження для збереження колонізаційної резистентності біфідо- і лактофлори, для зменшення числа і спектру потенційно патогенних мікроорганізмів та їх транслокації через стінку кишечника, тому метою роботи було з’ясувати загальну кількість лакто-, біфідобактерій та кишкової палички у кишечнику поросят до та після дії стресу-відлучення при включенні в раціон добавки мікробного походження “Біовір”.

Матеріал і методи досліджень

Досліди проведені на клінічно здорових поросятках 5–90-добового віку полтавської білої породи. Забій тварин проводили після легкого хлороформного наркозу методом гострого знекровлення. Всі маніпуляції з поросятами, які були задіяні в експерименті, проводили згідно з Європейською конвенцією “Про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей” (Страсбург, 1986 р.) і “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та дотриманням принципів гуманності, викладеними у директиві Європейської Спільноти.

Дослід зі згодовуванням поросяткам добавки мікробного походження “Біовір” проведений в умовах ННВЦ “Давидівський” Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Для досліджень було сформовано дві групи поросят – контрольна (К) і дослідна (Д), у кількості 15 особин у кожній групі. Починаючи з 5-добового віку поросят усіх груп підгодовували престаерним комбікормом, а поросятам Д групи додатково з 5- до 45-добового віку згодовували кормову добавку “Біовір”, застосування та дози якої узгоджені відповідно до інструкції та запропоновані виробником – біотехнологічною компанією “Аріадна” м. Одеси. До складу добавки входить комплекс активованих низькомолекулярних пептидів клітинної стінки бактерій *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus fermentum*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum* і продуктів їх метаболізму (молочна, оцтова кислоти, лізоцим, реутерин, плантарицин, лактоцидин, лактолін, ацидофілін) у загальній кількості 700 г/кг, а також бурштинова кислота у загальній кількості 300 г/кг. Добавку згодовували у вигляді сухого порошку з розрахунку 10 мг/кг маси тіла на добу для поросят-сисунів (0,8–1,0 кг/1 т корму), для поросят при відлученні (1,2–1,5 кг/1 т стартерного комбікорму), для поросят на вирощуванні до 40 кг (1,5–2 кг/1 т гроверного комбікорму), яку змішували спочатку з невеликою кількістю корму, а потім отриману суміш додавали до основної маси корму та перемішували, не допускаючи нагрівання до

температури вище ніж 400 °С. На 28 добу життя поросят відлучали від свиноматки, що слугувало промисловим стресом для організму тварин. Для виконання завдання вранці – до годівлі тварин із кожної групи поросят на 28 добу життя (відлучення), на 48 добу життя (20 доба після відлучення, що відповідає стадії резистентності за Г. Сельє), на 88 добу життя (60 доба після відлучення, що відповідає стадії резистентності за Г. Сельє) відбирали по три тварини, проводили забій і отримували відрізки товстих кишок разом із вмістом.

У вмісті клубової та ободової кишки визначали загальну кількість лакто-, біфідобактерій, кишкової палички. Виділення та ідентифікацію мікроорганізмів проводили за багатоступеневою системою, яка включала виділення чистої культури, вивчення культуральних, морфологічних, тинкторіальних та біохімічних властивостей культур за методиками, описаними Таракановим Б. В. (1998). Отримані числові значення загальної кількості мікроорганізмів за допомогою Microsoft Excel переводили в \log_{10} для подальшої статистичної обробки одержаних цифрових даних, які проводили за допомогою програми Statystika для Windows XP з використанням t-критерію Стьюдента. Визначали ступінь вірогідності різниці (p) між досліджуваними показниками поросят К і Д груп. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при $P < 0,05$ – *, $P < 0,01$ – **, $P < 0,001$ – ***.

Результати та їх обговорення

Досліджуючи кількість домінуючих мікросимбіонтів клубової кишки поросят за умови відлучення, було встановлено, що на 28 добу життя у тварин К групи

кількість біфідобактерій складала $8,02 \pm 0,37$ lg КУО/г, відмінностей між Д групою не виявлено (рис. 1А). Кількість лактобактерій в поросят К групи становила $7,09 \pm 0,61$ lg КУО/г, у тварин Д групи була більшою на 27,8 % ($P < 0,05$). Кількість кишкової палички у вмісті клубової кишки поросят К і Д групи перебувала в межах чотирьох порядків. Через 20 діб після відлучення, що відповідає стадії резистентності (за Сельє), у клубовій кишці поросят К групи виявлено зменшення кількості біфідо- та лактобактерій на два порядки порівняно з періодом до відлучення (рис. 1А). Використання добавки “Біовір” у раціоні поросят з 5- до 45-добового віку сприяло підвищенню кількості біфідобактерій на 34,6 % ($P < 0,01$), лактобактерій – на порядок, порівняно з тваринами К групи. Кількість кишкової палички у вмісті клубової кишки поросят К групи була вищою на два порядки, порівняно з 28 добою життя. У тварин Д групи кількість кишкової палички була на порядок вищою порівняно з контролем, проте вірогідних міжгрупових різниць виявлено не було.

Через 60 діб після відлучення не спостерігали тенденції до збільшення кількості біфідо- і лактобактерій у клубовій кишці поросят К групи, їхні числові значення не наближалися до величини цих показників поросят на 28 добу життя (рис. 1А). Згодовування добавки “Біовір” поросят Д групи сприяло збільшенню кількості біфідо- і лактобактерій на 24,8 % ($P < 0,05$) і 22,8 % ($P < 0,05$) порівняно з контролем, що вказує на пролонговану дію добавок в організмі тварин. Кількість кишкової палички у вмісті клубової кишки поросят К групи становила $4,56 \pm 0,36$ lg КУО/г, що наближалось до величини 28 доби життя, у поросят Д групи – підвищувалася на порядок без вірогідних змін щодо контролю.

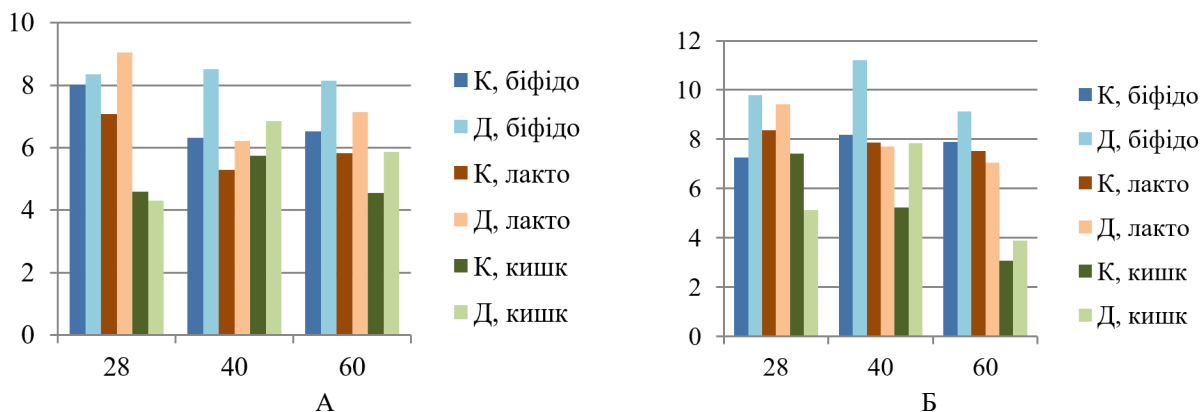


Рис. 1. Динаміка складу домінуючих мікросимбіонтів клубової (А) та ободової (Б) кишки поросят у різні стресорні періоди при згодовуванні добавки “Біовір”, lg КУО/г (M ± m, n = 3)

Досліджуючи кількість домінуючих мікросимбіонтів ободової кишки поросят за умови раннього відлучення (рис. 1Б) було встановлено, що на 28 добу життя у тварин К групи кількість біфідобактерій становила $7,27 \pm 0,67$ lg КУО/г, у поросят Д групи – збільшувалася на 34,8 % ($P < 0,05$) порівняно з контролем. У вмісті ободової кишки поросят К і Д групи кількість лактобактерій перебувала в межах $8,37 \pm 0,70$ lg КУО/г. Кількість кишкової палички поросят К групи складала $7,43 \pm 0,51$ lg КУО/г, у

тварин Д групи – знижувалася на 30,9 % ($P < 0,05$), порівняно з контролем. Через 20 діб після відлучення у вмісті ободової кишки поросят К групи кількість біфідобактерій становила $8,18 \pm 0,54$ lg КУО/г, що було на порядок вище, порівняно з періодом відлучення (рис. 1Б). У поросят Д групи виявлено збільшення кількості біфідобактерій на 37,0 % ($P < 0,01$), порівняно з контролем. У вмісті ободової кишки поросят К групи кількість лактобактерій була нижчою на порядок порівняно з періодом відлучення

ня. На цьому рівні перебувала кількість лактобактерій у порожнині ободової кишки поросят Д груп. Кількість кишкової палички в поросят К групи зменшувалася на два порядки порівняно з періодом до відлучення. В поросят Д групи величина досліджуваного показника була вищою на 16,2 % ($P < 0,05$) порівняно з контролем. Через 60 діб після відлучення кількість біфідобактерій у поросят К групи наближалася за числовим значенням до поросят 28-добового віку, тимчасом як у поросят Д групи виявлено збільшення їхньої кількості на 15,8 % ($P < 0,05$), порівняно з контролем. Кількість лактобактерій у поросят К групи у цьому відділі кишок була нижчою на порядок, порівняно з періодом відлучення, вірогідних міжгрупових різниць між К і Д групою не виявлено. Кількість кишкової палички у вмісті ободової кишки поросят К групи складала $3,09 \pm 0,76 \text{ lg КУО/г}$, що було нижчим на чотири порядки, порівняно з періодом відлучення; у поросят Д групи – залишалася на рівні контролю.

Аналіз отриманих результатів вказує на те, що у період відлучення (28 доба життя) у кишечнику поросят К групи кількість домінуючих мікросимбіонтів перебуває у межах, визначених для даного віку тварин, що є ознакою сформованого мікробіоценозу, клінічно здорових тварин та вказує на достатній рівень адаптаційних реакцій їх організму (Kanitz et al., 2014; Stoyanovsky et al., 2018). Через 20 діб після відлучення виявлено зниження кількості біфідо- і лактобактерій, а також зростання кількості кишкової палички в середньому на два порядки у вмісті клубової кишки поросят К групи. Через 60 діб після відлучення отримані числові значення не наближались до величини тварин 28-добового віку. Отримані результати можна пояснити зміною типу живлення поросят, що обумовлювало перерозподіл домінуючих мікросимбіонтів кишечнику тварин з метою адаптації до нових умов існування (Martyschuk et al., 2019; 2020; 2021). Але водночас такий перерозподіл підвищує можливість адгезії непатогенних мікроорганізмів до епітелію, що може змінювати імунні реакції та впливати на стан кишкового імунного бар'єру (Kerry et al., 2018). Використання добавки "Біовір" у раціоні поросят з 5- до 45-добового віку сприяло збільшенню кількості домінуючих мікросимбіонтів кишечнику тварин на 28 добу життя, а також через 20 діб після відлучення (в основному за рахунок вірогідного зростання кількості біфідобактерій в клубовій та ободовій кишці та кількості лактобактерій). Згодовування добавки "Біовір" сприяло стабілізації кількісного складу домінуючих мікросимбіонтів кишечнику поросят за рахунок стабільно і вірогідно вищої кількості біфідо- і лактобактерій, а також перерозподілу кишкової палички навіть після припинення згодовування добавок (через 60 діб після відлучення), що вказує на їх пролонговану дію в організмі тварин (Gutyj et al., 2017). Отримані результати можна пояснити тим, що складові добавки "Біовір" – продукти метаболізму молочнокислих і біфідобактерій – впливають на функцію слизової оболонки кишечнику і сприяють відновленню нормальної мікрофлори кишечнику. В основі механізму дії лежить їхня здатність підвищувати

енергозабезпечення епітеліальних клітин, тобто включення в цикл Кребса низькомолекулярних метаболітів, які утворюються в результаті відщеплення моносахаридних фрагментів слизу і продуктів екзогенного походження під дією позаклітинних глікозидаз анаеробів-сахаролітиків (Kapustian et al., 2018). При розщепленні полісахаридів і глікопротеїдів позаклітинними глікозидазами мікробного походження утворюються моносахариди (глюкоза, галактоза), при окисленні яких виділяється у вигляді тепла не менше 60 % вільної енергії, яка може слугувати субстратом для росту і розвитку нормофлори кишечнику поросят.

Висновки

Виявлено, що за дії стресу в клубовій та ободовій кишці поросят, які не отримували добавки мікробного походження "Біовір", кількість домінуючих мікросимбіонтів кишечнику характеризується зниженням біфідо- і лактобактерій, а також зростанням кишкової палички в середньому на два порядки ($P < 0,05$), насамперед на стадії резистентності через 20 діб після відлучення. Не встановлено стабілізації кількості досліджуваних нами груп мікроорганізмів кишечнику поросят через 60 діб після відлучення. Використання в годівлі добавки "Біовір" з 5- до 45-добового віку поросят чинить позитивний вплив на кількість домінуючих мікросимбіонтів їх кишечнику до та після дії стресу-відлучення (на стадії резистентності) за рахунок стабільно і вірогідно вищої кількості біфідо- і лактобактерій в середньому на 15,8 % ($P < 0,05$), а також перерозподілу кишкової палички навіть після припинення її згодовування (через 60 діб після відлучення).

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується дослідження кількості основних представників мікробіоти кишечнику поросят на різних етапах постнатального онтогенезу.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Che, D., Adams, S., Wei, C., Gui-Xin, Q., Atiba, E. M., & Hailong, J. (2019). Effects of Astragalus membranaceus fiber on growth performance, nutrient digestibility, microbial composition, VFA production, gut pH, and immunity of weaned pigs. *Microbiologyopen*, 8(5), e00712. doi: 10.1002/mbo3.712.
- Danchuk, O. V., Broshkov, M. M., Karpovsky, V. I., Bobrytska, O. M., Tsvivlikhovskiy, M. I., Tomchuk, V. A., Trokoz V. O., & Kovalchuk I. I. (2020). Types of higher nervous activity in pigs: characteristics of behavior and effects of technological stress. *Neurophysiology*, 52, 358–366. DOI: 10.1007/s11062-021-09892-7.
- Gutyj, B., Leskiv, K., Shcherbatyy, A., Pritsak, V., Fedorovych, V., Fedorovych, O., Rusyn, V., & Kolomiets, I. (2017). The influence of Metisevit on

- biochemical and morphological indicators of blood of piglets under nitrate loading. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 427–432. DOI: 10.15421/021766.
- Han, C., Dai, Y., Liu, B., Wang, L., Wang, J., & Zhang, J. (2019). Diversity analysis of intestinal microflora between healthy and diarrheal neonatal piglets from the same litter in different regions. *Anaerobe*, 55, 136–141. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2018.12.001.
- Hedemann, M. S., & Jensen, B. B. (2004). Variations in enzyme activity in stomach and pancreatic tissue and digesta in piglets around weaning. *Archives of Animal Nutrition*, 58(1), 47–59. DOI: 10.1080/00039420310001656677.
- Kanitz, E., Hameister, T., & Tuchscherer, M. (2014). Social support attenuates the adverse consequences of social deprivation stress in domestic piglets. *Horm. Behav.*, 65(3), 203–210. DOI: 10.1016/j.yhbeh.2014.01.007.
- Kapustian, A., Chernov, N., & Kolomiets, I. (2018). Obtaining and characteristic of muropeptides of probiotic cultures cell walls. *Food Science and Technology*, 12(1), 10–17. DOI: 10.15673/fst.v12i1.885.
- Kapustian, A., Chernov, N., Stankevich, G., Kolomiets, I., Matsjuk, O., Musiy, L., & Slyvka, I. (2018). Determination of the enzyme destruction rational mode of biomass autolysate of lactic acid bacteria. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: technology and equipment of food production*, 11(91), 63–69. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.120877.
- Kerry, R. G., Patra, J. K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H. S., & Das, G. (2018). Benefaction of probiotics for human health: a review. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(3), 927–939. DOI: 10.1016/j.jfda.2018.01.002.
- Khalak, V., Gutjy, B., Bordun, O., Ilchenko, M., & Horchanok, A. (2020). Effect of blood serum enzymes on meat qualities of piglet productivity. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 158–161. DOI: 10.15421/2020_25.
- Khalak, V., Gutjy, B., Bordun, O., Horchanok, A., Ilchenko, M., Smyslov, S., Kuzmenko, O., & Lytvshchenko, L. (2020). Development and reproductive qualities of sows of different breeds: innovative and traditional methods of assessment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 356–360. DOI: 10.15421/2020_109.
- Khalak, V., Gutjy, B., Stadnytska, O., Shuvar, I., Balkovskyi, V., Korpita, H., Shuvar, A., & Bordun, O. (2021). Breeding value and productivity of sows of the Large White breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 319–324. DOI: 10.15421/2021_48.
- Martyshuk, T. V., Gutjy, B. V., Vishchur, O. I., & Todoriuk, V. B. (2019). Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(2), 27–30. DOI: 10.32718/ujvas2-2.06.
- Martyshuk, T. V., Gutjy, B. V., Zhelavskiy, M. M., Mityk, S. V., Fedorchenko, A. M., Todoriuk, V. B., Nahirniak, T. B., Kisera, Ya. V., Sus, H. V., Chemerys, V. A., Levkivska, N. D., & Iglitskej, I. I. (2020). Effect of Butaselmavit-Plus on the immune system of piglets during and after weaning. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 347–352. DOI: 10.15421/2020_106.
- Martyshuk, T., Gutjy, B., & Khalak, V. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Ren, W., Yu, B., Yu, J., Zheng, P., Huang, Z., Luo, J., Mao, X., He, J., Yan, H., Wu, J., Chen, D., & Luo, Y. (2022). Lower abundance of Bacteroides and metabolic dysfunction are highly associated with the post-weaning diarrhea in piglets. *Sci China Life Sci*, 21. DOI: 10.1007/s11427-021-2068-6.
- Stojanovskyj, V., & Ogrodnyk, M. (2016). Function of intestinal immune barrier of piglets under technological stress. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18(3(71)), 112–116. DOI: 10.15421/nvlvet7126.
- Stoyanovskyj, V. G., Kamratska, O. I., Kolomiets, I. A. & Slepokura, O. I. (2018). To studying the development of technological stress in the organism of piglets during the influence of the feed additives “Prainiks Bionorm K”. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(87), 8–12. DOI: 10.15421/nvlvet8702.
- Tan, Z., Dong, W., Ding, Y., Ding, X., Zhang, Q., & Jiang, L. (2019). Porcine Epidemic Diarrhea Altered Colonic Microbiota Communities in Suckling Piglets. *Genes (Basel)*, 11(1), 44. DOI: 10.3390/genes11010044.
- Tian, S., Wang, J., Wang, J., & Zhu, W. (2022). Differential Effects of Early-Life and Postweaning Galactooligosaccharide Intervention on Colonic Bacterial Composition and Function in Weaning Piglets. *Appl Environ Microbiol*, 88(1), e0131821. DOI: 10.1128/AEM.01318-21.
- Valero-Cases, E., Cerdá-Bernad, D., Pastor, J. J., & Frutos, M. J. (2020). Non-dairy fermented beverages as potential carriers to ensure probiotics, prebiotics, and bioactive compounds arrival to the gut and their health benefits. *Nutrients*, 12(6), 1666. DOI: 10.3390/nu12061666.
- Zhang, D., Ji, H., Liu, H., Wang, S., Wang, J., & Wang, Y. (2016). Changes in the diversity and composition of gut microbiota of weaned piglets after oral administration of Lactobacillus or an antibiotic. *Appl Microbiol Biotechnol*, 100(23), 10081–10093. DOI: 10.1007/s00253-016-7845-5.