



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/nvlvet11208

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

UDC 612.11:615.37:636.4

The dynamics of the content of immunoglobulins in the blood serum of piglets according to the actions of immunostimulating agents

N. Yu. Krempania✉, O. V. Kozenko, B. V. Gutyj, I. V. Dvyluk, N. V. Magrelo, H. V. Sus, V. V. Voroniak, A. O. Vysotskyi, U. M. Vus, T. V. Martyshuk

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

Article info

Received 21.08.2023

Received in revised form

21.09.2023

Accepted 22.09.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-098-588-83-88
E-mail: krempanadia@ukr.net

Krempania, N. Yu., Kozenko, O. V., Gutyj, B. V., Dvyluk, I. V., Magrelo, N. V., Sus, H. V., Voroniak, V. V., Vysotskyi, A. O., Vus, U. M., & Martyshuk, T. V. (2023). The dynamics of the content of immunoglobulins in the blood serum of piglets according to the actions of immunostimulating agents. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 52–57. doi: 10.32718/nvlvet11208

Inconsistency in housing and feeding conditions, production stress, a combination of environmental factors, and technological solutions reduce the protective properties of the animal body, which often leads to a decrease in their productive properties. The work aimed to investigate changes in indicators of the humoral protection factor, in particular, the quantitative composition of immunoglobulins M, G, and A in the body of young pigs under the influence of immunostimulating agents Globigen® Pig Doser and Globigen® Jump Start, which include specific Ig Y. To perform this task in the conditions of the private farm of FG PE "Glynyany Agro" of Lviv region, Zolochiv district, which uses a single-phase method of raising pigs, a study was conducted with the involvement of 36 piglets-analogues of crossbreeds of the Great White and Landrace breeds, which were formed into three groups of 12 animals each. Piglets of the control group were fed feed of a standard diet. The piglets of the first experimental group were orally administered 2 ml/g of Globigen® Pig Doser during the first three days after birth. Then, according to the technology, they consumed the feed prescribed in the diet. The piglets of the second experimental group were given Globigen® Jump Start, which was mixed with the feed of the basic ration in the amount of 2 kg per ton of feed and, starting from the age of 7 days, was fed to the piglets according to the technology. It was established that the use of immunostimulating agents was characterized by an increase in Ig G and Ig A in the blood serum of piglets in the most critical period of their lives. Thus, in the blood serum of 30-day-old piglets under the influence of Globigen® Pig Doser, with a high level of probability ($P < 0.01$), an increase of this class of antibodies to the level of 13.47 mg/ml was detected, with the use of Globigen® Jump Start, this indicator reached the mark 12.51 mg/ml. Since this period, colostral immunity, represented by placental immunoglobulins of class G and colostrum immunoglobulins of class A, is already exhausted; we assume that the formation of the body's immune response of young pigs has begun. We believe that the increase in the content of class A immunoglobulins, most likely the secretory form of the piglets themselves, when using Globigen® Jump Start, which reached the mark of 1.48 mg/ml, indicates the formation of immune resistance mechanisms. The effectiveness, specificity, and mechanism of action of these agents is based on the ability of their components, particularly Ig Y, to bind to pathogens or their fragments, to neutralize and safely remove them from the body, which helps to increase the barrier function of the intestinal mucosa. The obtained research results confirm the practicality of using Globigen® Pig Doser and Globigen® Jump Start immunostimulants during single-phase rearing of piglets to increase the level of non-specific resistance and obtain healthy young animals with a high level of viability.

Key words: young pigs, blood, Globigen® Pig Doser and Globigen® Jump Start, immunobiological status.

Динаміка вмісту імуноглобулінів у сироватці крові поросят за дії імуностимулювальних засобів

Н. Ю. Кремпа[✉], О. В. Козенко, Б. В. Гутий, І. В. Двилюк, Н. В. Магрело, Г. В. Сус, В. В. Вороняк, А. О. Висоцький, У. М. Вус, Т. В. Мартишук

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

Невідповідність умов утримання та годівлі, виробничі стреси, сукупність факторів навколишнього середовища та технологічних рішень знижують захисні властивості організму тварин, що нерідко призводить до зниження їх продуктивних властивостей. Метою роботи було дослідити зміни показників гуморального фактору захисту, зокрема кількісного складу імуноглобулінів М, G, A організму молодняку свиней за дії імуностимулювальних засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start, до складу яких входить специфічний Ig Y. Для виконання даного завдання в умовах приватного господарства ФГ ПП "Глиняни Агро" Львівської області Золочівського району, в якому використовується однофазний спосіб вирощування свиней, проведено дослідження із залученням 36 поросят-аналогів помісі порід Великої білої та Ландрас, які були сформовані у 3 групи по 12 тварин у кожній. Поросят контрольної групи годували корм стандартного раціону. Поросят першої дослідної групи протягом перших трьох днів після народження перорально задавали по 2 мл/гол засобу Globigen® Pig Doser, а потім, згідно з технологією, вони споживали передбачені раціоном корми. Поросят другої дослідної групи задавали Globigen® Jump Start, який змішували з кормами основного раціону в кількості 2 кг на тонну корму і, починаючи із 7-денного віку, годували поросят згідно з технологією. Встановлено, що застосування імуностимулювальних засобів характеризувалося зростанням вмісту Ig G та Ig A в сироватці крові поросят у найкритичніший період їхнього життя. Так, у сироватці крові 30-добових поросят за дії Globigen® Pig Doser з високим рівнем вірогідності ($P < 0,01$) виявлено зростання цього класу антитіл до рівня 13,47 мг/мл, за використання Globigen® Jump Start цей показник сягнув позначки 12,51 мг/мл. Оскільки в цей період колостральний імунітет, який представлений плацентарними імуноглобулінами класу G та молозивними імуноглобулінами класу A, вже вичерпується, припускаємо, що почалося формування власної імунної відповіді організму молодняку свиней. Вважаємо, що збільшення вмісту імуноглобулінів класу A, найімовірніше секреторної форми організму самих поросят, за використання Globigen® Jump Start, який сягнув позначки 1,48 мг/мл, вказує на формування механізмів імунного опору. Ефективність, специфічність та механізм дії даних засобів ґрунтується на здатності їх складників, зокрема Ig Y, зв'язуючись із патогенами або їхніми фрагментами, нейтралізувати та безпечно виводити з організму, що сприяє збільшенню бар'єрної функції слизової оболонки кишківника. Одержані результати досліджень підтверджують доцільність застосування імуностимулювальних засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start за однофазного вирощування поросят для підвищення рівня неспецифічної резистентності та одержання здорового молодняку з високим рівнем життєздатності.

Ключові слова: молодняк свиней, кров, Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start, імунобіологічний статус.

Вступ

Серед усього розмаїття м'ясного асортименту, свинина займає провідне місце і має суттєвий вплив на формування м'ясного балансу. Проте все частіше порушується питання безпечності та відповідності санітарно-гігієнічним вимогам і стандартам продуктів тваринництва (Demchuk et al., 2012; Kokariev & Masiuk, 2016; Kramarenko et al., 2018).

Надзвичайно важливою і невід'ємною складовою забезпечення споживачів якісною та безпечною в санітарному й екологічному плані продукцією є концепція гарантування безпечності тваринницької продукції, яка охоплює всі етапи харчового ланцюга "від господарства до столу" – НАССР, що реалізується і працює за умов виконання таких належних виробничих та гігієнічних практик, як GMP та GHP (Demchuk et al., 2012; Bogatko et al., 2017; Khaniukov et al., 2019; Bogatko, 2020).

За переважної більшості умовою інтенсивних (надінтенсивних) технологій вирощування свиней є висока щільність поголів'я, концентратний тип годівлі, безвигульне утримання, штучне осіменіння свиноматок та раннє відлучення поросят, що супроводжується розвитком виробничих стресів, які негативно впливають на організм та продуктивність тварин (De Lange et al., 2010; Frankic et al., 2010; Vyslotska et al., 2021; Martyshuk et al., 2019, 2021).

Разом із нервовою, ендокринною, серцево-судинною системами імунна забезпечує здатність підтримання сталого гомеостазу, проте все частіше трапляються прояви "збою" її функціонування, котрі проявляються недостатністю захисних реакцій. Імунодефіцитні стани у тварин, особливо в молодняку, зумовлюють підвищення сприйнятливості до захворювань, через які гине 20–60 % приплоду, що завдає значних економічних збитків (Dukhnitskiy et al., 2021).

Говорячи про ветеринарну профілактику, варто підкреслити, що робота над впровадженням превентивних заходів, зокрема використання профілактичних методів, а не лікувальних, займає особливе місце у технології ведення сучасного тваринництва, що дозволяє підтримувати високу адаптаційну та пристосувальну здатність тварин впродовж всього технологічного циклу (Krempla et al., 2020).

З наукових джерел відомо, що альтернативою профілактики дії несприятливих чинників умов утримання є використання засобів, що володіють імуностимулювальними властивостями. Власне, потреба використання коригувальних методів, зокрема імунотропних засобів, сформувалась через недостатність функціональної здатності імунної підтримки у тварин підсисного періоду, коли сила захисної дії колострального імунітету зменшується, проте рівень стресів, пов'язаних із технологічним навантаженням, зростає. Тому вивчення механізмів впливу та коригувальних методів на імунну систему в умовах сучасного сви-

нарства є надзвичайно актуальним не лише з боку збереження функціональних можливостей організму тварин, а й у контексті збереження здоров'я споживача.

Мета дослідження

Вивчити і проаналізувати доцільність та ефективність використання препаратів, що здатні коригувати рівень показників гуморального захисту організму свиней. Для досягнення даної мети поставлено завдання оцінити динаміку показників імуноглобулінів М, G, A організму молодняку свиней за дії імуностимулювальних засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start за однофазного вирощування свиней.

Матеріал і методи досліджень

Усі маніпуляції з тваринами проводились відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Official Journal of the European Union L276/33, 2010). Дослідження проводили в умовах приватного господарства ФГ ПП "Глиняни Агро" Львівської області Золочівського району на 36 поросятах-аналогах помісі порід Великої білої та Ландрас, які були сформовані у 3 групи по 12 тварин у кожній.

1 група – контрольна (К), поросяткам згодували корм згідно зі стандартним раціоном;

2 група – перша дослідна (Д 1), поросяткам протягом перших трьох діб після народження перорально задавали по 2 мл/гол. засобу Globigen® Pig Doser, а потім, згідно з технологією, вони споживали передбачені раціоном корми.

3 група – друга дослідна (Д 2), поросяткам задавали засіб Globigen® Jump Start, який змішували з кормами основного раціону в кількості 2 кг на тонну корму (0,2 %).

Дослідження проводили із дотриманням правил зоотехнічних вимог стосовно організації підбору тварин-аналогів. Кров для досліджень з дотриманням усіх правил септики та антисептики брали із краніальної порожнистої вени зранку, до годівлі тварин, перед початком досліду, на 5-у; 30-у та 60-у добу після задавання тваринам засобів. Дослідження вмісту імуноглобулінів G, M, A проводили методом імуноферментного аналізу за використання автоматичного імуноаналізатора в умовах лабораторії промислової токсикології ЛНМУ імені Данила Галицького (Vlizlo, 2012; Kuznetsova et al., 2013).

Результати та їх обговорення

В ході досліджень встановлено деякі невідповідності, згідно з вимогами, показниками параметрів мікроклімату, наявністю технологічних, соціальних та кормових стресів (Krempa & Kozenko, 2018), які зумовили послаблення резистентності організму молодняку свиней, що вплинуло на життєздатність та збереженість. Варто зазначити, що здатність організму підтримувати рівень захисних сил та стійкість до

впливу факторів інфекційних та незаразних захворювань значною мірою залежить від гігієнічних чинників (Harytskyi & Rozumniuk, 2007; Hrabovskiy, 2012).

Власне, недостатня імунна спроможність організму поросят раннього віку в ФГ ПП "Глиняни Агро" проявляється зниженням кількості та активності імунокомпетентних одиниць, зумовлених впливом екзогенних або ендогенних чинників. Клінічними проявами цього є шлунково-кишкові захворювання поросят, що супроводжуються важкою неонатальною діареєю, яка часто завершується летально. Тому доцільність вивчення можливості коригувальних заходів для підвищення рівня неспецифічної резистентності та життєздатності молодняку свиней з перших днів постнатального розвитку в умовах сучасного ведення тваринництва є надзвичайно актуальною.

Варто зазначити, що імунітет – це складна і злагоджена система взаємодії, в якій імуноглобуліни, ідентифікуючи наявність чужорідних агентів, є ключовою ланкою гуморального захисту, що інформує імунокомпетентні клітини про загрозу. Можливість диференціації імуноглобулінових популяцій дає змогу інтерпретувати референтні значення, що своєю чергою окреслюють клінічну картину. Імуноглобуліни класу М першими, на 4–5 добу, секретуються у відповідь на антигенну стимуляцію, відповідно вони є маркерами первинної імунної відповіді – гострої фази захворювання. Імуноглобуліни класу G секретуються в результаті специфічної адаптивної імунної відповіді і з'являються у крові через 14–16 днів з моменту антигенного впливу і, досягаючи максимуму на 21–24 день, інформують про завершення захворювання, так звана фаза, коли організм вже перехворів. Основна функція імуноглобулінів класу А – відвернути, не допустити проникнення чужорідних антигенів.

Одержані результати досліджень гуморального імунного захисту наведені в таблиці 1. Показники вмісту імуноглобулінів класу М в сироватці крові 5-добових поросят першої дослідної групи мали найнижче значення серед усіх груп тварин – 0,85 мг/мл, це пояснюється відсутністю інфекції, що неодмінно пов'язано з періодом внутрішньоутробного розвитку плода. Варто зацентувати увагу на тому, що поросят цієї дослідної групи в перші три дні життя задавали перорально по 2 мл імуностимулювального засобу Globigen® Pig Doser, що, ймовірно, компенсувало нестачу власних або ж і материнських імуноглобулінів класу G та A, що призначені унеможливити контамінацію слизової оболонки кишечника тварини небезпечними патогенами. Із збільшенням віку тварин змінювались і показники вмісту даного виду антитіл. Виявлено динаміку зростання вмісту імуноглобулінів класу М у сироватці крові 30- та 60-добових поросят, що набувши найвищого значення серед усіх груп поросят, все ж вкладалось в межі референтних значень. Так, різниця між показниками цього виду антитіл у сироватці крові поросят 30-добового віку контрольної та першої дослідної групи тварин становила 0,17 мг/мл та 0,15 мг/мл порівняно з першою та другою дослідними групами тварин із перевагою в групі за впливу Globigen® Pig Doser. Незмінною залишилась ця динаміка у наступному віковому періоді і наймен-

ше значення цього показника зафіксовано за дії засобу Globigen®Jump Start, який становив 1,82 мг/мл, що на 0,02 мг/мл та на 0,14 мг/мл менше відповідно щодо контрольної та першої дослідної груп тварин. Така динаміка змін кількісного складу антитіл класу М інформує і дає уявлення про формування імунологічного супротиву організму молодняку свиней на дію чужорідного агента. При аналізі цих даних варто враховувати, що перший місяць життя поросят є найваж-

чим, адже через зменшення місту заліза у молоці свиноматки й інтенсивний ріст і розвиток їх організму спостерігають критичну нестачу заліза, в результаті цих змін погіршується робота системи кровотворення, розвиваються розлади метаболічного і функціонального характеру. При цьому виявляють зменшення синтезу Т- і В-лімфоцитів та їх популяції, кількості клітин лейкоцитарного ряду, а відтак фагоцитарна активність сповільнюється.

Таблиця 1

Динаміка вмісту імуноглобулінів М, G, А у сироватці крові поросят за дії імуностимулювальних засобів Globigen®Pig Doser та Globigen®Jump Start (M ± m, n = 11)

Показники	Вік тварин	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Ig M, мг/мл	5 діб	0,92 ± 0,10	0,85 ± 0,09	0,88 ± 0,81
	30 діб	1,35 ± 0,09	1,52 ± 0,17	1,37 ± 0,11
	60 діб	1,84 ± 0,46	1,96 ± 0,32	1,82 ± 0,17
Ig G, мг/мл	5 діб	18,60 ± 0,56	18,79 ± 0,41	18,11 ± 0,09
	30 діб	11,79 ± 0,39	13,47 ± 0,43***	12,51 ± 0,58
	60 діб	17,44 ± 0,26	17,58 ± 0,15	17,89 ± 0,08
Ig A, мг/мл	5 діб	0,98 ± 0,13	1,03 ± 0,81	1,04 ± 0,05
	30 діб	1,47 ± 0,06	1,33 ± 0,05	1,48 ± 0,09
	60 діб	0,89 ± 0,24	0,88 ± 0,44	1,01 ± 0,18

Вміст Ig G за дії імуностимулювальних засобів Globigen®Pig Doser та Globigen®Jump Start мав виражену тенденцію до зростання майже у всіх тварин дослідних груп. Проте найбільше значення цього показника виявлено у першій дослідній групі всіх вікових періодів. Так, у сироватці крові 5-добових поросят за дії імуностимулювального засобу Globigen®Pig Doser вміст Ig G набув значення, що на 0,19 мг/мл перевищував цей показник у тварин контрольної групи та на 0,68 мг/мл тварин другої дослідної групи. Незмінною залишилась ситуація й при аналізі вмісту цих антитіл у крові тварин 30-добового віку, де знову ж таки найвище значення вмісту Ig G виявлено в крові поросят за дії засобу Globigen®Pig Doser – 13,47 мг/мл з високим рівнем вірогідності (P < 0,01). Таке зростання показників антитіл цієї популяції у крові поросят 5-добового віку пояснюється тим, що материнські імуноглобуліни класу G, завдяки невеликій молекулярній масі, мають здатність проходити через плацентарний бар'єр, забезпечуючи дію колострального імунного захисту, у великій кількості, особливо до 20-добового віку, ще наявні у сироватці крові плода. Проте їхній вміст у сироватці крові 30-добових поросят, що знову ж таки, набувши найвищих значень у зразках крові дослідних груп тварин, особливо у першій дослідній, вказує на вироблення і включення в роботу власних імуноглобулінів поросят, що сприяло адекватному імунному супротиву і завершенню гострої фази ймовірного захворювання.

Впродовж досліді виявлено тенденцію до зростання вмісту Ig A, особливо за дії Globigen®Jump Start. Так, вміст цього класу антитіл у сироватці крові поросят 5-добового віку другої дослідної групи становив 1,04 мг/мл, що перевищувало його вміст у сироватці крові поросят контрольної групи на 0,06 мг/мл та у першій дослідній групі на 0,01 мг/мл. У сироватці крові 30-добових поросят усіх груп тварин виявлено

максимальний вміст цього імуноглобуліну, що свідчить про активування і включення в роботу механізмів захисту. Оскільки Ig класу А призначені для запобігання контамінації слизової оболонки кишківника антигенами, найімовірніше, їхній високий вміст у сироватці крові в найкритичніший період життя інформує про адекватну імунну спроможність організму.

Встановлено, що застосування імуностимулювальних засобів сприяло зростанню збереженості тварин вже у 30-добовому віці. Так, за дії Globigen®Pig Doser показник збереженості молодняку свиней становив 81,3 %, а за дії Globigen®Jump Start – 93,7 %, що відповідно на 6,3 та 18,7 % більше за показник контрольної групи.

Такі результати впливу засобів імуностимулювальної дії пояснюються особливістю їхнього складу, де основним діючим елементом є Ig Y, який синтезується у жовтку курячого яйця (Hrabovskyi, 2012). Антитіла розпізнають чужорідну клітину-патогена за його структурою або лише за її частинкою. Механізм дії протіє за принципом “ключ-замок”. Особливістю антитіл з жовтка курячого яйця є здатність діяти переважно у кишківнику. Ig Y специфічно розпізнає збудників і, маючи високу здатність зв'язування, блокує, знешкоджує і безпечно виводяться з організму з калом. Таким чином це сприяє збільшенню бар'єрної функції слизової оболонки кишківника, що має позитивний вплив на збереженість, інтенсивність росту та розвитку тварин.

Висновки

Задавання новонародженим поросяттам засобів із імуностимулювальними властивостями Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start характеризувалось такими змінами кількісного складу імуноглобулінів, які дозволяють зробити висновок про початок формуван-

ня адекватної імунної відповіді організму поросят вже у 30-добовому віці. В силу того, що ланки імунної протидії на патогени в ранньому неонатальному віці поросят ще не сформовані, підтримуючу і захисну функцію виконують елементи пасивного (материнського) імунітету, які представлені антитілами класу G та A. Напруженість колострального імунітету забезпечує захист молодняку лише в підсисний період, даючи можливість імунній системі молодняку налагодити механізми імунного опору і відповіді, можемо зробити відповідні висновки, які підтверджують доцільність використання імуностимулювальних засобів за однофазного вирощування свиней.

Встановлено, що застосування засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start мало позитивний вплив на імунологічні показники у поросят, що проявлялось в основному зростанням рівня антитіл класу G у першій дослідній групі до 13,47 мг/мл та антитіл класу A у другій дослідній групі тварин. Варто зазначити, що завдяки специфічній дії Ig Y, який зв'язується із патогенним агентом в просвіті тонкого відділу кишківника, знешкоджує його, безпечно виводить із організму і, зберігаючи цілісність ворсинок, зміцнює бар'єрну функцію слизової оболонки кишківника. Аналізуючи ефективність використання засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start у ФГ ПП "Глиняни Агро", варто звернути увагу на відсоток збереженості поросят, який в цьому господарстві становив від 75 до 93,7 %. Збереженість поросят раннього віку за використання Globigen® Pig Doser зросла на 6,3 % та на 18,7 % за використання Globigen® Jump Start.

Перспективи подальших досліджень. Як показують результати досліджень впливу комплексу санітарно-гігієнічних і технологічних чинників сучасних умов утримання свиней на збереженість і життєздатність поголів'я та інтенсивність їхнього росту, виникає потреба пошуку нових науково обґрунтованих ефективних і безпечних способів корекції технологій у свинарстві, особливо молодняку, за різних способів їх вирощування і утримання.

Подяки

Висловлюємо слова вдячності директору ФГ ПП "Глиняни Агро" О. М. Рибаку за надану нам можливість здійснити дослідження на базі даного господарства. Велика подяка кандидату сільськогосподарських наук, лікарю ветеринарної медицини, керівнику проєктів компанії ТОВ "Альфа-Вет", яка є дистриб'ютором компанії EW Nutrition, Тарасу Прудису за надані нам засоби імуностимулювальної дії Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start. Також хочемо подякувати відповідальному лаборанту лабораторії промислової токсикології ЛНДУ імені Данила Галицького О. І. Грушці, яка провела серію імунологічних досліджень сироватки крові свиней.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Bogatko, N. (2020). Sanitary and hygienic condition of refrigerators and facilities for storage of meat of slaughtered animals at the powers of their production and circulation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22(99), 8–19. DOI: 10.32718/nvlvet9902.
- Bogatko, N., Bogatko, L., Salata, V., Semaniuk, V., Serdioucov, J., & Schyrevuch, G. (2017). Veterinary-sanitary control of safety and quality of meat products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(73), 7–10. DOI: 10.15421/nvlvet7302.
- Chornyi, M. V., Machula, O. S., Vroniak, V. V., Liasota, V. P., & Reshetnichenko, A. P. (2017). Produktivnist i rezystentnist molodniaku svynei za dii imunostymulatoriv. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho*, 19(79), 83–86. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2017_19_79_19 (in Ukrainian).
- De Lange, C., Pluske, J. R., Gong, J., & Nyachoti, C. M. (2010). Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livestock Science*, 134(1-3), 124–134. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.06.117.
- Demchuk, M. V., & Chornyi, M. V. (2011). Hihiena tvaryn ta kontseptualni pryntsyipy profilaktyky khvorob. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*, 8(48), 109–114 (in Ukrainian).
- Demchuk, M. V., Kozenko, O. V., Dvyluk, I. V., Didyk, U. M., & Mahrelo, N. V. (2012). Sanitarno-hihienichna otsinka ryzyku ta krytychnykh tochok upravlinnia na pidpriemstvakh veterynarnosanitarnoho nahliadu ta kontroliu za rozrobky i suprovodi systemy NASSR. *Metodychni rekomendatsii*. Lviv (in Ukrainian).
- Dukhnitskyi, V., Derkach, I., & Derkach, S. (2021). Immune status of piglets after administration of Iron(IV) clatrocetate to pregnant sows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(103), 35–42. DOI: 10.32718/nvlvet10306.
- Frankic, T., Levart, A., & Salobir, J. (2010). The effect of vitamin E and plant extract mixture composed of carvacrol, cinnamaldehyde and capsaicin on oxidative stress induced by high PUFA load in young pigs. *Animal*, 4(4), 572–578. DOI: 10.1017/S1751731109991339.
- Harytskyi, V. O., & Rozumniuk, A. V. (2007). Vplyv parametriv mikroklimatu na zdorovia ta produktivnist porosiat. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho*, 9(1(32)), 36–38 (in Ukrainian).
- Hrabovskiy, S. S. (2012). Stresy silskohospodarskykh tvaryn i yoho naslidky. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Seriya veterynarnykh ta silskohospodarskykh nauk*, 14(3(53)), 47–58 (in Ukrainian).
- Khaniukov, O. O., Hashynova, K. Yu., Yevstihnieiev, I. V., Dytiatkovska, Ye. M., Yehudina, Ye. D., Kravchenko, O. I., & Khmel, O.S. (2019). Imunodefitsytni stany u klinichnii praktytsi:

- Navchalnyi posibnyk dlia praktychnykh zaniat ta samostiinoi roboty. Dnipro (in Ukrainian).
- Kokariiev, A. V., & Masiuk, D. M. (2016). Stan pryrodnoi rezystentnosti svynomatok za dii preparatu «Imunolak». *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho*, 18(4(72)), 32–36 (in Ukrainian).
- Kramarenko, S. S., Lugovoy, S. I., Kharzinova, V. R., Lykhach, V., Kramarenko, A. S., & Lykhach, A. V. (2018). Genetic diversity of Ukrainian local pig breeds based on microsatellite markers. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(2), 177–182. DOI: 10.15421/021826.
- Kramarenko, S., Lugovoy, S., Lykhach, A., Kramarenko, A., & Lykhach, V. (2018). A comparative study of the reproductive traits and clustering analysis among different pig breeds. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 20(84), 21–26. DOI: 10.15421/nvlvet8404.
- Krempa, N. Yu., & Kozenko, O. V. (2018). Dynamika vmistu bilkiv ta bilkovykh fraktsii u krovi svynomatok v period vidtvoriuvannia tsykladu. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia. Vetrynarni nauky*, 91, 40–45. URL: <https://absl.osau.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/13> (in Ukrainian).
- Krempa, N. Yu., & Kozenko, O. V. (2018). Vplyv tekhnologii utrymannia na morfolohichni, biokhimichni ta imunolohichni pokaznyky krovi porosiat v period vidluchennia. *Naukovo-praktychnyi zhurnal KhDZVA. Vetrynariia, tekhnologii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, 2, 87–92. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2018_2_26 (in Ukrainian).
- Krempa, N., & Kozenko, O. (2018). Hygienic assessment of sows feeding level at different physiological state. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(83), 334–340. DOI: 10.15421/nvlvet8367.
- Krempa, N., Kozenko, O., & Chorny, N. (2020). Hygienic assessment of water quality and its impact on the body of pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22(98), 9–15. DOI: 10.32718/nvlvet9802.
- Kuznetsova, L. V., Babadzhan, V. D., & Kharchenko, N. V. (2013). *Imunolohiia: pidruchnyk*. Vinnytsia: TOV «Merkiuri Podillia» (in Ukrainian).
- Martyshuk, T. V., Gutyj, 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., Gutyj, 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.
- Vlizio, V. V. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta vetrynarnii medytsyni*. Dovidnyk. Lviv (in Ukrainian).
- Vyslotska, L., Gutyj, B., Kozenko, O., Khalak, V., Chorny, M., Martyshuk, T., Krempa, N., Vozna, O., & Todoriuk, V. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Sylimevit”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 10–17. DOI: 10.32718/nvlvet10402.