

ПОКАЗНИКИ НЕСПЕЦИФІЧНОГО ІМУНІТЕТУ ПОРОСЯТ ЗА ЗМІШАНОЇ НЕМАТОДОЗНО-ПРОТОЗООЗНОЇ ІНВАЗІЇ

Р. А. Пеленьо
andriyovich30@ukr.net

Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С. З. Гжицького,
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

Стаття присвячена актуальному питанню впливу ураження свиней асоціаціями нематод, найпростіших та змішаною нематодозно-протозоозною інвазією на показники неспецифічного імунітету. З цією метою досліджували інтактних і уражених асоціацією нематод (аскариси + трихуруси + езофагостоми), найпростіших (балантидії + ізоспори + еймерії) і змішаною нематодозно-протозоозною інвазією (аскариси + балантидії + еймерії) поросят великої білої породи 2–3-місячного віку.

Встановлено, що наявність в організмі поросят асоціацій кишкових паразитів призводить до зниження показників гуморального захисту. У сироватці крові тварин, порівняно з контролем, спостерігали вірогідне зниження показників лізоцимної та зростання комплементарної активності за протозоозною і змішаною інвазією. Бактерицидна активність сироватки крові поросят була вірогідно нижчою порівняно з контролем за всіх досліджуваних інвазій. Наведено дані щодо зниження фагоцитарної активності нейтрофілів, фагоцитарного числа, фагоцитарного індексу й окисно-відновної активності нейтрофільних гранулоцитів у поросят за асоційованих інвазій.

На підставі одержаних результатів зроблено висновок про те, що за наявності в організмі поросят кишкових паразитів відбувається зниження бактерицидної, лізоцимної, фагоцитарної активності нейтрофілів, фагоцитарного індексу і фагоцитарного числа та зростання комплементарної активності. Вірогідне зниження бактерицидної активності порівняно з контролем встановлено у крові поросят, інвазованих найпростішими ($P < 0,01$), нематодами ($P < 0,05$) та їх асоціацією ($P < 0,01$), а лізоцимної і фагоцитарної активності нейтрофілів — за ураження поросят змішаною протозоозною ($P < 0,05$) і нематодозно-протозоозною інвазією ($P < 0,01$). Різниця комплементарної активності поросят була вірогідною порівняно з контролем, за змішаною протозоозною та нематодозно-протозоозною інвазією становила, відповідно, 8,7 % ($P < 0,05$) та 9,6 % ($P < 0,01$). Зниження в інвазованих тварин, порівняно з контрольною групою, показників фагоцитарного захисту вказує на розвиток імунodefіциту, інтоксикації організму, ураження шлунково-кишкового тракту та порушення обміну речовин, а також засвідчує низький ступінь активації кисень-залежних механізмів кілінгу неактивованих фагоцитів і розвиток хронічного інфекційного процесу.

Ключові слова: ПОРОСЯТА, ІМУНІТЕТ, ІНВАЗІЯ, ПАРАЗИТИ, ПАРАЗИТОЦЕНОЗ, ЛІМФОЦИТИ, ФАГОЦИТОЗ, КІЛІНГ

INDICATORS OF NON-SPECIFIC IMMUNITY OF PIGLETS AT MIXED NEMATODE AND PROTOZOA INVASION

R. A. Pelenio
andriyovich30@ukr.net

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky,
50 Pekarska str., Lviv 79010, Ukraine

The article is devoted to the study of the actual problem of influence of the swine lesion by the association of nematodes, the protozoa and mixed nematode and protozoa invasion on the indices of nonspecific immunity. For this purpose, the intact and nematodes affected by the association (ascaris + trichuruses + esophagosomes), protozoa (balantidium + isosporis + eimeria) and mixed nematode and protozoa invasion (ascaris + balantidium + eimeria) of piglets of 2–3 months old of large white breed were investigated.

It was determined that the presence in piglets' organisms of the associations of intestinal parasites leads to decrease of the humoral protection indicators. In blood serum of animals, there was a significant decrease of the lysozyme and lymphocytic activity indicators compared to control group, as well as the growth of complementary activity at protozoa and mixed invasions. The bactericidal activity of serum in piglets was significantly lower

in comparison with control group in all investigated invasions. Data are given on reduction of phagocytic activity of neutrophils, phagocytic number, phagocytic index and oxidative-reduction activity of neutrophil granulocytes in piglets at associated invasions.

On the basis of the obtained results it has been concluded that in the presence of the intestinal parasites in piglets organism there is a decrease of bactericidal, lysozyme, phagocytic activity of neutrophils, phagocytic index and phagocytic number and growth of complementary activity. The probable reduction of bactericidal activity of neutrophils, as compared to control, is found in piglets infested with the protozoa ($P < 0.01$), nematodes ($P < 0.05$) and their association ($P < 0.01$), and bactericidal, lysozyme, phagocytic activity of neutrophils and lysozyme and phagocytic activity of neutrophils — for the defeat of piglets by mixed protozoa ($P < 0.05$) and nematode-protozoa invasion ($P < 0.01$). The difference between the piglets complementary activity was probable compared with the control, for mixed protozoa and nematode-protozoa invasion, respectively, made up 8.7 % ($P < 0.05$) and 9.6 % ($P < 0.01$). The decrease in ill animals of phagocyte protection indicators, in comparison with the control group, indicates on the development of immunodeficiency, intoxication of the body, damage to the gastrointestinal tract and metabolic disorders, as well as the low degree of activation of oxygen-dependent mechanisms of killing of unactivated phagocytes and the development of chronic infectious process.

Keywords: PIGLETS, IMMUNITY, INVASION, PARASITES, PARASITOCENOSIS, LYMPHOCYTES, PHAGOCYTOSIS, KILLING

ПОКАЗАТЕЛИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО ИММУНИТЕТА ПОРОСЯТ ПРИ СМЕШАННОЙ НЕМАТОДОЗНО-ПРОТОЗООЗНОЙ ИНВАЗИИ

Р. А. Пеленьо
andriyovich30@ukr.net

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого,
ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

Статья посвящена изучению актуального вопроса влияния поражения ассоциацией нематод, простейших и смешанной нематодозно-протозоозной инвазией на показатели неспецифического иммунитета свиней. С этой целью исследовали интактных и пораженных ассоциацией нематод (аскарисы + трихурусы + эзофагостомы), простейших (балантидии + изоспоры + еймерии) и смешанной нематодозно-протозоозной инвазии (аскарисы + балантидии + эймерии) поросят 2–3-месячного возраста крупной белой породы.

Установлено, что наличие в организме поросят ассоциаций кишечных паразитов приводит к снижению показателей гуморального иммунитета. В сыворотке крови животных отмечено достоверное снижение показателей лизоцимной и возрастание комплементарной активности при протозоозной и микстинвазии в сравнении с контролем. Бактерицидная активность сыворотки крови поросят, в сравнении с контролем, была достоверно ниже при всех исследуемых инвазиях. Приведены данные о снижении фагоцитарной активности нейтрофилов, фагоцитарного числа, фагоцитарного индекса и окислительно-восстановительной активности нейтрофилов у поросят при ассоциированных инвазиях.

На основании полученных результатов сделан вывод о том, что при наличии в организме поросят кишечных паразитов происходит снижение бактерицидной, лизоцимной, фагоцитарной активности нейтрофилов, фагоцитарного индекса и фагоцитарного числа и рост комплементарной активности. Достоверное снижение бактерицидной активности, по сравнению с контролем, установлено в крови поросят, инвазированных простейшими ($P < 0,01$), нематодами ($P < 0,05$) и их ассоциацией ($P < 0,01$), а лизоцимной и фагоцитарной активности нейтрофилов — у поросят, инвазированных смешанной протозоозной ($P < 0,05$) и нематодозно-протозоозной инвазией ($P < 0,01$). Разница комплементарной активности поросят была достоверной, по сравнению с контролем, при смешанной протозоозной и нематодозно-протозоозной инвазии составляла 8,7 % ($P < 0,05$) и 9,6 % ($P < 0,01$) соответственно. Снижение в инвазированных животных показателей фагоцитарной защиты, по сравнению с контрольной группой, указывает на развитие иммунодефицита, интоксикации организма, поражения желудочно-кишечного тракта и нарушения обмена веществ, а также свидетельствует о низкой степени активации кислородзависимых механизмов киллинга неактивированных фагоцитов и развитие хронического инфекционного процесса.

Ключевые слова: ПОРОСЯТА, ИММУНИТЕТ, ИНВАЗИИ, ПАРАЗИТЫ, ПАРАЗИТОЦЕНОЗ, ЛИМФОЦИТЫ, ФАГОЦИТОЗ, КИЛЛИНГ

Однією із систем організму, яка бере участь у всіх фізіологічних і патологічних процесах, підтримує його гомеостаз у постійно змінних умовах зовнішнього середовища, першою реагує на вплив екзогенних і ендогенних чинників, є імунна система. Зокрема, її клітинна та гуморальна ланки забезпечують неспецифічну резистентність організму, що є генетично обумовленою, а її рівень відображає стійкість організму до патогенів [8]. Найбільшим органом, який відповідає за імунний захист організму, є кишечник, робота якого безпосередньо залежить від збалансованого складу біоценозу [11].

Досить часто причиною розладів роботи травної системи є кишкові паразити. Через своє широке поширення і високий патогенний потенціал вони й надалі залишаються актуальною проблемою для науковців та практиків ветеринарної медицини. Відомо, що наявність в організмі паразитів призводить до пригнічення загального стану, порушення роботи багатьох органів і систем, зниження приростів, збільшення економічних витрат на виробництво продукції тощо [4, 10, 12, 17]. Паразитуючи в кишечнику, вони виділяють продукти життєдіяльності, створюють оптимальне середовище для свого існування — як у фізичному, так і в хімічному плані. При цьому первинною мішенню для них є нормальна мікрофлора кишечника, яка у вигляді біоплівки заселяє цю природну нішу і створює бар'єр, після прориву якого паразити стають учасниками паразитоценозу. Внаслідок цього ініціюється ввічнення організмом неспецифічних механізмів захисту, які запускають наступні імунологічні реакції [3], відбуваються патологічні зміни в багатьох органах і системах [7, 18], що завершуються розвитком у тварин імунодефіцитних станів [14]. Вказані зміни корелюють з морфологічними пошкодженнями тканин, тривалістю та інтенсивністю інвазії, імуносупресивною дією паразитів тощо [5, 6].

Науково встановлено, що практично будь-який паразит за високої інтенсивності інвазії може викликати серйозні патологічні зміни в організмі живителя, а ступінь реакції організму буде залежати від стану імунної системи, виду збудника, його локалізації та часу перебування в організмі хазяїна тощо [1, 9, 13,

15]. Проте нез'ясованими досі залишаються питання впливу ураження свиней асоціаціями нематод, найпростіших та змішаною нематодозно-протозоозною інвазією на показники неспецифічного імунітету, що дає підставу вважати вивчення цього питання актуальним.

Метою нашої роботи було дослідити зміни показників неспецифічної ланки імунітету поросят за асоційованих нематодозної, протозоозної та змішаної інвазії.

Матеріали і методи

Для проведення дослідів за результатами копрологічних досліджень у ФГ «Богданович-КБО» Кам'янка-Бузького району Львівської області із поросят 2–3-місячного віку великої білої породи було сформовано чотири дослідні групи по 8 тварин у кожній. Перша група була сформована з інтактних поросят, вільних від паразитів, і слугувала контролем. Друга група охоплювала поросят, уражених змішаною нематодозною інвазією (аскариси + трихуруси + езофагостоми), третя — змішаною протозоозною інвазією (балантидії + ізоспори + еймерії) і четверта — асоціацією нематод та найпростіших (аскариси + балантидії + еймерії). Свиней дослідних та контрольної груп утримували в одному приміщенні, годували за однаковим раціоном. При формуванні груп враховували інтенсивність інвазії (II) гельмінтами та найпростішими, яку визначали методом McMaster [14]. Так, кількість ооцист балантидій в 1 г калу становила $683,9 \pm 53,9$, еймерій та ізоспор — $597,1 \pm 54,2$, яєць аскарисів — $570,1 \pm 17,1$, трихурусів — $138,0 \pm 15,4$ та езофагостом — $177,6 \pm 9,5$ екземплярів.

Відбір крові проводили зранку перед годівлею до формування груп і через три доби. У відібраних зразках визначали бактерицидну (БАСК), лізоцимну (ЛАСК) та комплементарну активність (КАСК) сироватки крові, фагоцитарну активність нейтрофілів (ФАН), фагоцитарний індекс, фагоцитарне число [16]. Оцінку загальної окисно-відновної активності нейтрофілів проводили у спонтанному тесті відновлення нітросинього тетразолію (НСТ-тесту) [2].

Одержані результати проходили статистичну обробку методом варіаційної статис-

тики з визначенням середніх значень величин і середньої похибки. Вірогідність відмінностей між середніми значеннями під час проведення аналізу оцінювали, використовуючи критерій Стьюдента (*t*). Відмінність між величинами вважали вірогідною, коли ймовірність різниці становила: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

Результати й обговорення

Відомо, що важливу роль у захисті організму від патогенів відіграють неспецифічні імунні реакції, які розвиваються відносно повільно, проте першими реагують на дію біологічних подразників [11]. Основними показниками, які характеризують стан гуморальної ланки неспецифічного імунітету, є бактерицидна, лізоцимна і комплементарна активність сироватки крові. У дослідженні БАСК інвазованих поросят (табл.) нами встановлено вірогідне ($P < 0,05$) зниження її рівня на 6,60 % за асоційованої нематодозної інвазії, тоді як за асоційованої протозоозної і змішаної інвазій ця різниця становила, відповідно, 11,9 і 11,2 % та була високовірогідною ($P < 0,01$) порівняно із контрольною групою тварин.

Аналізуючи показники ЛАСК, ми встановили, що її рівень також був нижчим у сироватці крові поросят, уражених асоціаціями кишкових паразитів. У тварин, уражених асоціацією еймерій, ізоспор і балантидій та асоціацією аскарисів, еймерій і балантидій, різниця лізоцимної активності, порівняно із контролем, була вірогідною і становила 9,2 % ($P < 0,05$) та 11,1 % ($P < 0,01$) відповідно. Наявність у кишеч-

нику поросят асоціації аскарисів, езофагостом і трихурусів також зумовила зниження лізоцимної активності сироватки крові на 4,9 %, проте ця різниця була статистично невірогідною.

Важливе місце серед показників неспецифічного імунітету посідає комплементарна активність сироватки крові, яку визначають за найменшою кількістю сироватки, що викликає повний гемоліз еритроцитів барана. Встановлено, що КАСК поросят, інвазованих нематодами, найпростішими та їх асоціацією, була вищою порівняно із КАСК інтактних поросят. За нематодозної інвазії активність досліджуваного показника сироватки крові становила $51,5 \pm 1,98$ %, за протозоозної — $54,4 \pm 2,37$ % і за змішаної — $55,3 \pm 2,31$ %. При цьому за протозоозної і змішаної інвазії різниця КАСК, порівняно із контролем, становила 8,7 і 9,6 % відповідно і була вірогідною ($P < 0,01$).

Показниками неспецифічної резистентності, які характеризують систему клітинного імунітету тварин, є фагоцитарна й окисно-відновна активність нейтрофілів, фагоцитарний індекс і фагоцитарне число. Дослідженнями фагоцитарної активності нейтрофілів крові встановлено її зниження на 3,5 % ($P < 0,05$) за нематодозної інвазії поросят, на 7,7 % ($P < 0,05$) за протозоозної і на 9,7 % — за змішаної протозоозно-нематодозної інвазії ($P < 0,01$) порівняно із показником контрольної групи. Результати дослідження фагоцитарного індексу і фагоцитарного числа поросят, інвазованих нематодами, найпростішими та їх асоціацією, подані на рис. 1.

Аналіз наведених вище даних свідчить про те, що наявність в організмі кишкових па-

Таблиця

Бактерицидна, лізоцимна, комплементарна активність сироватки крові та фагоцитарна активність нейтрофілів поросят, інвазованих нематодами, найпростішими та їх асоціацією, % (M±m, n=8)
Bactericidal, lysozyme, complementary blood serum activities and neutrophils phagocytic activity of piglets infected with nematodes, the protozoa and their associations, % (M±m, n=8)

Показник Indicator	Контроль Control	Вид інвазії / Type of invasion		
		Протозоозна / Protozoa	Нематодозна / Nematode	Змішана / Mixed
БАСК / BABS	45,3±2,21	33,4±2,95**	38,7±1,95*	34,1±2,34**
ЛАСК / LABS	56,4±2,87	47,2±2,46*	52,4±3,01	45,1±2,37**
КАСК / CABS	45,7±2,12	54,4±2,37*	51,5±1,98	55,3±2,31**
ФАН / PhAN	54,9±2,15	47,2±2,21*	51,4±2,67	45,2±2,39**

Примітка: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

Note: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

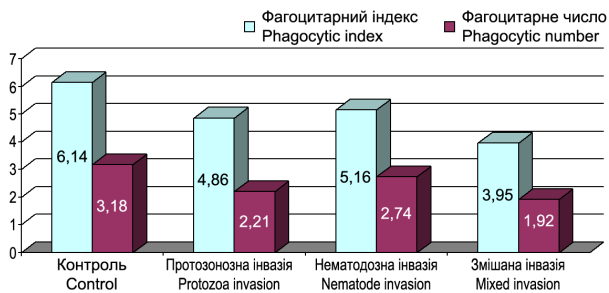


Рис. 1. Показники фагоцитарного індексу і фагоцитарного числа крові поросят, інвазованих нематодами, найпростішими та їх асоціацією (n=8)

Fig. 1. Indicators of phagocytic index and phagocytic number of piglets, infected with invasive nematodes, the protozoans and their association (n=8)

разитів і, відповідно, продуктів їхньої життєдіяльності призводить до зниження активності фагоцитарної ланки імунітету. При цьому фагоцитарний індекс, який показує кількість активних фагоцитів на 100 нейтрофілів, за нематодозної інвазії поросят, порівняно із показником контрольної групи, був нижчим на 16,0 %, за протозоозної — на 20,9 % ($P<0,01$) і за змішаної нематодозно-протозоозної інвазії — на 35,7 % ($P<0,001$). Нижчим в інвазованих тварин, порівняно із контролем, було і фагоцитарне число. Так, за ураження поросят асоціацією аскарисів, езофагостом і трихурисів досліджуваний показник був нижчим на 13,8 %, за ураження еймеріями, ізоспорами і балантидіями — на 30,5 % ($P<0,001$) і за ураження аскарисами, еймеріями і балантидіями — на 39,6 % ($P<0,001$). Завдяки проведенню оцінки окисно-відновної активності нейтрофільних гранулоцитів (рис. 2) встановлено, що в групах тварин, інвазованих асоціацією нематод, найпростіших та змішаною нематодозно-протозоозною інвазією, відбувається зменшення показників НСТ-тесту, що вказує на зниження ступеня активації окисген-залежних механізмів клінінгу неактивованих фагоцитів та інтралейкоцитарної бактерицидної системи, яка є однією з важливих ланок неспецифічної резистентності організму. Порівняно з контрольною групою тварин, вірогідне зниження окисно-відновної активності нейтрофілів встановлено в групі поросят, уражених асоціацією найпростіших — серед нейтрофілів, які проявляли середню активність ($P<0,01$), і в групі тварин зі змішаною нематодозно-протозоозною інвазією — серед усіх активних нейтрофілів ($P<0,001$).

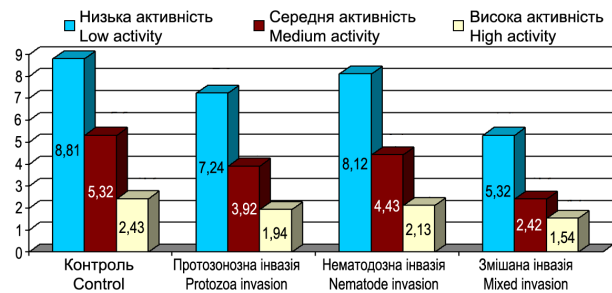


Рис. 2. Окисно-відновна активність нейтрофілів (НСТ-метод) поросят, інвазованих нематодами, найпростішими та їх асоціацією (n=8)

Fig. 2. The oxidative-reducing activity of neutrophils (NST-method) of piglets, infected with invasive nematodes, the protozoans and their association (n=8)

Отримані результати вказують на те, що змішані інвазії поросят призводять до зниження показників неспецифічного імунітету організму поросят, за винятком комплементарної активності сироватки крові, що знижує опірність організму до дії як патогенних, так і умовно-патогенних мікроорганізмів та створює передумови до хронізації патологічних процесів.

Висновки

1. У поросят, інвазованих найпростішими ($P<0,01$), нематодами ($P<0,05$) та їх асоціацією ($P<0,01$), встановлене зниження бактерицидної активності сироватки крові порівняно з тваринами контрольної групи. Вірогідні різниці лізоцимної та комплементарної активності сироватки крові, виявлені за протозоозної інвазії ($P<0,05$), становили, відповідно, 9,2 і 8,7 %, за змішаної нематодозно-протозоозної інвазії ($P<0,01$) — 11,1 і 9,6 %.

2. Фагоцитарна активність нейтрофілів виявилася на 3,5 % нижчою за нематодозної інвазії поросят, на 7,7% ($P<0,05$) — за протозоозної і на 9,7 % ($P<0,01$) — за змішаної інвазії, а фагоцитарний індекс — відповідно, на 16,0, 20,9 і 35,7 %. Фагоцитарне число було нижчим за нематодозної інвазії поросят на 13,8 %, за протозоозної — на 30,5 % ($P<0,001$) і за змішаної протозоозно-нематодозної інвазії — на 39,6 % ($P<0,001$).

3. Вірогідне зниження ступеня загальної окисно-відновної активності нейтрофілів встановлено в групі поросят, уражених асоціацією найпростіших, серед нейтрофілів, які проявляли

середню активність ($P < 0,01$), і в групі тварин зі змішаною нематодозно-протозоозною інвазією — серед усіх активних нейтрофілів ($P < 0,001$).

Перспективи подальших досліджень.

З метою розуміння патогенезу змішаних нематодозно-протозоозних інвазій та формування захисних реакцій організму поросят за впливу кишкових паразитів актуальними будуть дослідження інших ланок імунітету. Перспективним є дослідження біологічних властивостей мікроорганізмів травного тракту, оскільки від збалансованої колонізації кишечника мікрофлорою залежить гармонійний розвиток і адекватна робота імунної системи. Одержані результати будуть використані для розроблення способу корекції мікробіоценозу кишечника та підвищення резистентності організму поросят після лікування змішаних нематодозно-протозоозних інвазій.

1. Bradley J. E., Jackson J. A. Immunity, immunoregulation and the ecology of trichuriasis and ascariasis. *Parasite Immunology*, 2005, vol. 26, no. 11–12, pp. 429–441.

2. Clinical Immunology. *Textbook for students of medical universities*. Ed. by A. V. Karaulov. Moscow, Medical News Agency, 1999, 604 p. (in Russian)

3. Frontera E., Roepstorff A., Gazquez A. Immunohistochemical distribution of antigens in liver of infected and immunized pigs with *Ascaris suum*. *Vet. Parasitol.*, 2003, vol. 111, no. 1, pp. 9–18. DOI: 10.1016/S0304-4017(02)00347-3.

4. Kolobkova N. M., Krygina E. A. Dynamics of hematological and some biochemical indices of pigs with ascariasis. Mats-IV IV scientific-practical conference. Troitsk, 2000, pp. 17–18. (in Russian)

5. Lewis R., Behnke J. V., Cassidy J. P. The migration of *Ascaris suum* larvae, and the associated pulmonary inflammatory response in susceptible C57BL/6j and resistant CBA/Ca mice. *Parasitology*, 2007, vol. 134, no. 9, pp. 1301–1314. DOI: 10.1017/S0031182007002582.

6. Mazmanyanyan M. V. Parasitic pathogens: allergens, triggers or inhibitors of allergy. Quality of life. *Medicine*, 2005, no. 4 (11), pp. 49–52. (in Russian)

7. Mejer H., Roepstorff A. *Ascaris suum* infections in pigs born and raised on contaminated paddocks. *Parasitology*, 2006, vol. 133, no. 3, pp. 305–312. DOI: 10.1017/S0031182006000394.

8. Moskalev A. A., Sydorenko S. V. Influence of conditions of calves growing in the early post natal period on their natural resistance and productivity. Act. problems of intensive livestock development: *Col. of scientific works*, 2007, in. 10, no. 2, pp. 171–177. (in Russian)

9. Riggan A. J., Brewer M. B., Turner P. L. Paralytic ileus secondary to intestinal ascariasis. *Am Surg.*, 2012, vol. 78, no. 11, pp. 481–483.

10. Saitbatalova A. I., Mannapova P. T. Immunodeficiencies of dogs on the background of invasive diseases. Apitherapy today with a biological pharmacy bee in the XXI century. Ufa, 2000, pp. 315–316.

11. Sapin M. R., Nikitiuk D. B. Immune system, stress and immunodeficiency. Moscow, APP “Dzhangar”, 2000, 184 p. (in Russian)

12. Shabaev V. A., Pronin N. M. Problems of general and regional parasitology. Ulan-Ude, 2000 p. 26–30. (in Russian)

13. Silva S. R., Jacysyn J. F., Macedo M. S., Faquim-Mauro E. L. Immunosuppressive components of *Ascaris suum* down-regulate expression of costimulatory molecules and function of antigen-presenting cells via an IL-10-mediated mechanism. *European Journal of Immunology*, 2006, vol. 36, pp. 3227–3237. DOI: 10.1002/eji.200636110.

14. Souza V. M., Jacysyn J. F., Macedo Souza M. S. IL-4 and IL-10 are essential for immunosuppression induced by high molecular weight proteins from *Ascaris suum*. *Cytokine*, 2004, vol. 28, no. 2, pp. 92–100. DOI: 10.1016/j.cyto.2004.07.004.

15. Vasiliev E. H., Arkhipov I. A. Fertility of *Ascaris suum* in pigs’ organisms. Mat. scientific reports Conf.: Theory and practice of combating parasitic diseases, 2002, is. 3, pp. 71–73 (in Russian)

16. Vlizlo V. V., Fedorchuk R. S., Ratych I. B. Laboratory methods of research in biology, livestock and veterinary medicine. A reference book, ed. by V. V. Vlizlo. Lviv, Spolom, 2012, 764 p. (in Ukrainian)

17. Yakubovskiy M. V., Dlubada V. I. Nematodes of horses in Belarus. *Veterinary Medicine*, 2005, no. 1, pp. 34–36. (in Russian)

18. Zakharchuk O. I. Pathomorphological changes in the host’s organism as a result of the migration of the larval stages of helminths. *Clinical Anatomy and Operative Surgery*, 2007, vol. 6, no. 4, p. 87–91. (in Ukrainian)