

ДИНАМІКА ПЛОЩІ КИШЕЧНИКА ТА ЛІМФОЇДНИХ УТВОРІВ АСОЦІЙОВАНИХ З ЙОГО СЛИЗОВОЮ ОБОЛОНКОЮ НА РАННІХ ЕТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО МОРФОГЕНЕЗУ У СВИНЕЙ

Самойлюк Вячеслав Володимирович

кандидат ветеринарних наук, доцент

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

ORCID: 0000-0001-8400-8904

samoluk1966@ukr.net

Козій Михайло Степанович

доктор біологічних наук, професор

Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ORCID: 0000-0001-8131-8528

kozij67@gmail.com

Білий Дмитро Дмитрович

доктор ветеринарних наук, професор

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

ORCID: 0000-0003-3896-0384

dmdmbeliy@ukr.net

Метою проведених досліджень було визначення динаміки площі кишечника і асоційованих з його слизовою лімфоїдних структур у поросят протягом раннього постнатального морфогенезу. Матеріалом для дослідження слугував кишечник поросят добового, десятиденного, місячного і двохмісячного віку крупної білої породи. Після розтину черевної порожнини проводили промивання кишечника проточною водою та визначення довжини і ширини розрізаних лінією прикріплення брижі тонкої і товстої кишок. Визначення динаміки площі лімфоїдних структур асоційованих з слизовою оболонкою проводилось за допомогою методики тотального фарбування за Хелман. На тотальних препаратах визначали абсолютну і відносну площу відділів кишечника та лімфоїдних утворів. Отримані дані обробляли методами варіаційної статистики. Встановлено, що на ранніх етапах постнатального морфогенезу у поросят поступово і рівномірно збільшується абсолютна площа кишечника: з добового до місячного віку на 43,2% і з місячного до двохмісячного на 48,5%. Абсолютна площа лімфоїдних утворів асоційованих з слизовою оболонкою з добового до місячного віку зростає на 80,2%, а з місячного до двохмісячного на 14,1%, що свідчить про їх нерівномірний ріст і розвиток. Абсолютна площа кишечника збільшується рівномірно, а найбільш інтенсивний ріст лімфоїдних утворів спостерігається в період з добового до місячного віку. Інтенсивність росту тонкого відділу протягом постнатального морфогенезу поступово і рівномірно зменшується, а товстого збільшується. Відносна площа лімфоїдних утворів збільшується до і зменшується після місячного віку. Це збільшення тонкого і товстого відділів складає на 7,9% і 2,4% відповідно. Зменшення ж відносної площі лімфоїдних структур вказаних відділів відбувається на 6,9% і 1,9% відповідно. Отримані дані свідчать про асинхронність росту кишечника і лімфоїдних структур асоційованих з його слизовими оболонками. Цей орган протягом постнатального морфогенезу росте рівномірно. Найбільш інтенсивний ріст лімфоїдних утворів спостерігається в період з добового до місячного віку.

Ключові слова: кишечник, поросята, лімфоїдні утвори, абсолютна площа, відносна площа.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.1.15>

Вступ. Ріст і розвиток шлунково-кишкового тракту є дуже складним процесом, який починається у внутрішньоутробному періоді та триває у постнатальному. Найбільш динамічні зміни відбуваються до і після народження (Barszcz & Skomiał, 2011). Шлунково-кишковий тракт виконує не тільки травну, а й імунну функцію. Тут реалізуються захисні реакції організму проти патогенних, умовно-патогенних мікроорганізмів і неорганічних речовин (Logvinova & Oliyar, 2021). Він є досить складним, динамічним та постійно мінливим органом (Pluske et al., 2018).

Асоційовані зі слизовими лімфоїдні утвори є унікальними у порівнянні з іншими вторинними лімфоїдними тканинами тим, що вони постійно піддаються впливу

великої кількості різних антигенів (Reboldi et al., 2016). Епітелій слизової оболонки кишечника та асоційована з ним лімфоїдна тканина є основним фізичним та імунологічним бар'єром проти патогенних чинників (Maroille et al., 2018). Ця тканина відіграє провідну роль в захисті організму та ініціює місцеві імунні відповіді (Cerutti et al., 2008; Takebayashi et al., 2011). У живленні тварин і людини шлунково-кишковий тракт відповідає за введення поживних речовин у клітини організму. Кишечник є не тільки основною частиною травлення та всмоктування поживних речовин, але також слугує ключовою частиною процесу імунного виклику, оскільки він постійно взаємодіє зі сторонніми речовинами (Liu, 2015; Chen et al., 2017).

Лімфоїдна тканина кишечника свиней і лімфоцити в епітелії слизової оболонки та власній пластинці мають велике значення у ініціюванні імунної відповіді (Rothkötter, 2009; Burkey et al., 2009; Pluske et al., 2018). Ці процеси значною мірою залежать від тісної взаємодії між кишковою мікрофлорою та клітинами слизової оболонки кишечника (Schokker et al., 2018).

Згідно аналізу літературних джерел, стан резистентності органів травлення залежить від морфологічного і функціонального стану лімфоїдних утворів слизових оболонок. Останні складають значний відсоток загальної лімфоїдної тканини у свиней (Panikar et al., 2015; Samoiluk et al., 2019), кролів, великої рогатої худоби, та птахів (Casteleyn et al., 2010).

У різних видів тварин лімфоїдна тканина слизової оболонки кишечника має суттєві відмінності та особливості (Bailey et al., 2013). Найбільше цієї тканини знаходиться у кишечнику (Нгун, 2018). Вона є первинною ділянкою імунітету слизової оболонки (Bonnardel et al., 2015), та складається з ізольованих або агрегованих лімфоїдних фолікулів (Jung et al., 2010), що у вигляді скупчень розташовуються у тонкому відділі кишечника та відповідають за виявлення сторонніх антигенів (Ermund et al., 2013).

Під час пренатального та постнатального періодів шлунково-кишковий тракт ссавців зазнає різноманітних морфологічних та фізіологічних змін разом із розширенням імунної системи та мікробної екосистеми. Розвиток функції травлення збігається з розвитком як адаптивної, так і вродженої імунної системи (Everaert et al., 2017). Адекватний морфогенез шлунково-кишкового тракту має вирішальне значення для забезпечення нормального розвитку організму. У цьому сенсі інтегроване і всебічне розуміння динаміки росту, розвитку та дозрівання кишечника може сприяти створенню стратегій покращення показників росту та забезпечити значний внесок у підвищення продуктивності та прибутковості свиначарства (D'Inca et al., 2011).

Шлунково-кишковий тракт у ранньому постнатальному періоді тварин стикається з численними проблемами та серйозними фізіологічними стресами, особливо під час народження та відлучення (Xu et al., 2000). Слід відмітити, що в доступних літературних джерелах все ще не існує достатнього об'єму інформації про динаміку морфогенезу лімфоїдних утворів слизових оболонок кишкового тракту (Helander, & Fändriks, 2014). Крім цього, лімфоїдні структури кишечника мають певні видові відмінності (Haley, 2017). На сьогоднішній день у дослідників немає єдиної думки щодо особливостей морфології та топографії лімфоїдних утворень асоційованих з слизовими оболонками кишечника поросят впродовж неонатального онтогенезу.

Незважаючи на численні публікації про морфологічні характеристики шлунково-кишкового тракту, необхідними є подальші дослідження у цьому напрямку через існуючі значні методологічні відмінності.

Мета роботи. Ми ставили за мету визначення динаміки площі кишечника і асоційованих з його слизовою лімфоїдних структур у поросят протягом раннього постнатального морфогенезу.

Матеріали та методи. Забір матеріалу проводили за загальноприйнятими методиками від клінічно здорових не вакцинованих тварин, підібраних методом аналогів, задовільної вгодованості. Забій проводили на базі кафедри ветеринарної хірургії та репродуктології факультету ветеринарної медицини Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Під час забою керувалися положеннями біологічної етики: «Загальними етичними принципами експериментів над тваринами» які були затверджені 1 Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001 р.), узгодженими з положеннями «Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, які використовуються з експериментальними та іншими науковими цілями» (Страсбург, 18.03.1986 р.).

Матеріалом для дослідження слугували тонкий і товстий кишечник поросят добового, десятиденного, місячного і двохмісячного віку крупної білої породи (по 5 голів кожної вікової групи). Для проведення досліджень свиней з характерними для породи і віку масою тіла і середньодобовим приростом живої ваги відбирали в приватних домогосподарствах.

Забір матеріалу проводився таким чином. Після розтину черевної порожнини проводили промивання кишечника проточною водою і визначення довжини і ширини розрізаних лінією прикріплення брижі тонкої і товстої кишок.

Визначення динаміки площі кишечника і лімфоїдних структур асоційованих з його слизовою оболонкою проводилось за допомогою методики тотального фарбування за Хелман. Ділянки кишечника промивали проточною водою, розправляли та поміщали в 2%-ний розчин оцтової кислоти на 2 - 3 доби доки вони не ставали прозорими. В подальшому ділянки кишечника протягом 2 годин промивали проточною водою і фарбували гематоксиліном Гаріса, розведеним дистильованою водою 1:100.

На тотальних препаратах відділів кишечника визначали абсолютну і відносну площу його відділів та лімфоїдних утворів. Довжину і ширину кишечника та його лімфоїдних структур які мали правильну геометричну форму здійснювали за допомогою сантиметрової лінійки з ціною поділки 1 мм.. Структури які мали нерівномірну довжину і ширину вимірювали за власною методикою з використанням спеціальних трафаретів та макроскопічним методом крапкового підрахунку.

Результати досліджень. Результати вивчення динаміки абсолютної площі кишечника і лімфоїдних утворів асоційованих з його слизовою оболонкою у поросят постнатального періоду представлені на рисунку 1. В результаті морфометричних досліджень було встановлено, що протягом неонатального і молочного періодів у поросят кишечник росте і поступово і рівномірно збільшується його абсолютна площа: з добового до місячного віку на 43,2% і з місячного до двохмісячного на 48,5%. Абсолютна площа лімфоїдних утворів асоційованих з слизовою оболонкою кишечника з добового до місячного віку зросла на 80,2%, а з місячного до двохмісячного на 14,1%, що свідчить про їх нерівномірний ріст і розвиток. Абсолютна площа кишечника збільшується рівномірно,

а найбільш інтенсивний ріст лімфоїдних утворів спостерігається в період з добового до місячного віку, що говорить про асинхронність росту кишечника і його лімфоїдних структур асоційованих з слизовими оболонками.

Динаміка відносної площі відділів кишечника у поросят неонатального і молочного постнатального періоду у відношенні до його загальної площі представлена на рисунку 2. Аналіз цих даних вказує на те, що кишечник

протягом постнатального морфогенезу розвивається і росте відносно рівномірно. Деяка нерівномірність росту спостерігається тільки з десятиденного до двохмісячного віку, коли відносна площа ободової кишки зростає (на 8,3%), а клубової поступово знижується (на 12,4%).

Динаміка відносної площі лімфоїдних утворів кишок у поросят постнатального періоду у відношенні до його загальної площі представлена на рисунку 3. В дванад-

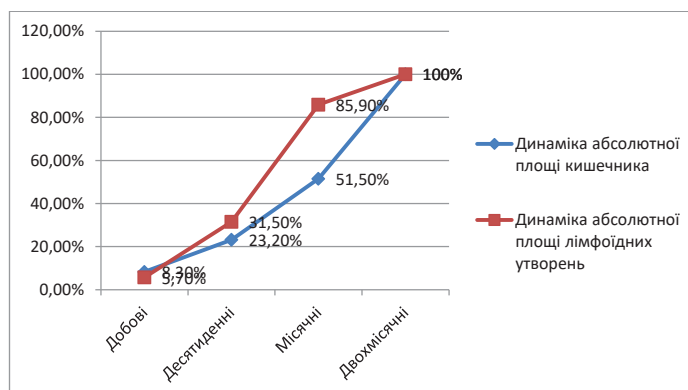


Рис. 1 Динаміка абсолютної площі кишечника і лімфоїдних утворень у поросят неонатального і молочного періодів

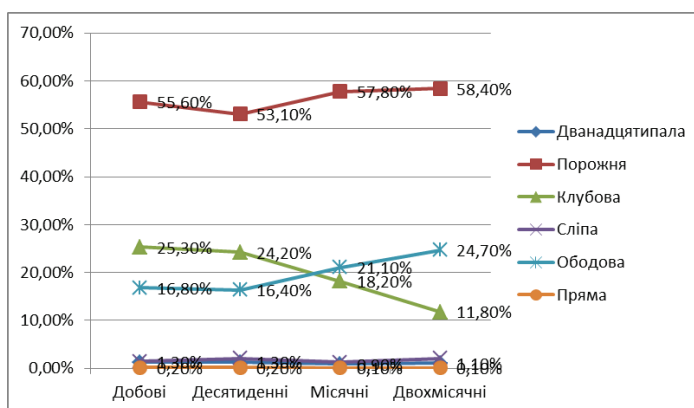


Рис. 2 Динаміка відносної площі відділів кишечника у поросят постнатального періоду у відношенні до його загальної площі

Примітка: * - дифузно розрізнені клітини лімфоїдного ряду

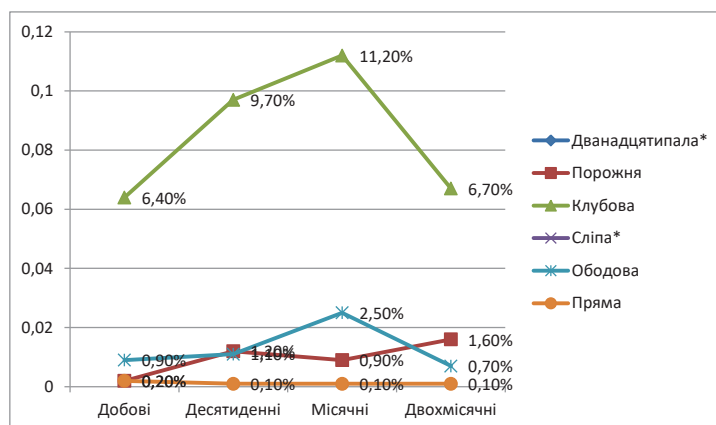


Рис. 3 Динаміка відносної площі лімфоїдних утворів кишок у поросят постнатального періоду у відношенні до його загальної площі

цятипалій і сліпій кишці протягом постнатального морфогенезу з добового до двохмісячного віку виявлялися дифузно розрізнені клітини лімфоїдного ряду. Рівномірний ріст лімфоїдних утворів асоційованих з слизовими оболонками з добового до двохмісячного віку спостерігався у порожній і прямій кишках.

Відносна площа лімфоїдних утворів до місячного віку рівномірно зростала в клубовій і ободовій кишках: на 4,8% і 1,6% відповідно. З місячного віку ця площа навпаки знижувалася: на 4,5% і 1,8% відповідно. Якщо порівнювати вікову динаміку лімфоїдних утворів з динамікою відносної площі кишечника, то можна виявити асинхронність її росту. Особливо це стосується клубової і ободової кишок.

Динаміка відносної площі тонкого і товстого відділів кишечника та лімфоїдних утворів у поросят постнатального періоду у відношенні до його загальної площі представлена на рисунках 4 і 5. Інтенсивність росту тонкого відділу кишечника протягом постнатального морфогенезу поступово і рівномірно зменшується, а товстого відділу збільшується. Відносна площа лімфоїдних утворів збільшується до і зменшується після місячного віку. Це збільшення тонкого і товстого відділів складає на 7,9% і 2,4% відповідно. Зменшення ж відносної площі лімфо-

їдних структур вказаних відділів кишечника становить на 6,9% і 1,9% відповідно.

Таким чином, отримані дані свідчать про асинхронність росту кишечника і лімфоїдних структур асоційованих з його слизовими оболонками. Кишечник протягом постнатального морфогенезу росте рівномірно. Найбільш інтенсивний ріст лімфоїдних утворів спостерігається в період з добового до місячного віку та протягом морфогенезу має тенденцію до збільшення в каудальному напрямку кишечника.

Обговорення. Дозрівання кишечника є специфічним і дуже динамічним процесом у новонароджених поросят (Metzler-Zebeli, 2021). Наші висновки стосовно аналізу динаміки площі асоційованих з слизовими лімфоїдних утворів кишечника підтверджують повідомлення закордонних дослідників про те, що ці структури є одним з найбільших відділів імунної системи. Вони пояснюють цей факт тим, що він має значну площу (Helander et al., 2014).

Слід відмітити, що топографія лімфоїдних утворів асоційованих з слизовими оболонками кишечника у поросят неонатального і молочного періодів протягом постнатального морфогенезу підлягає певним динамічним віковим змінам та у кожному віці має свої особливості.

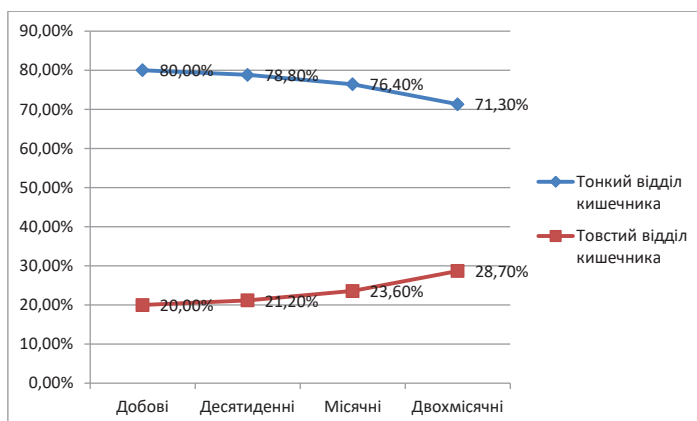


Рис. 4. Динаміка відносної площі тонкого і товстого відділів кишечника у поросят постнатального періоду у відношенні до його загальної площі

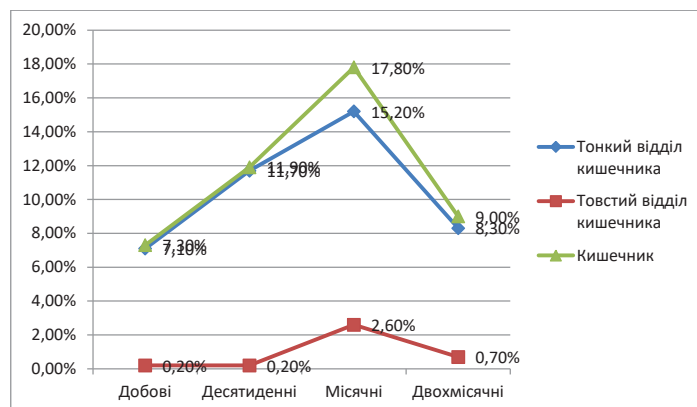


Рис. 5 Динаміка відносної площі лімфоїдних утворів відділів кишечника у поросят постнатального періоду у відношенні до його загальної площі

Ми встановили, що площа лімфоїдних утворів кишечника поросят різного віку розподілена нерівномірно. Можливо, такий нерівномірний розподіл пов'язаний з тим, що в різних ділянках слизової оболонки тривалість дії антигенів суттєво відрізняється. Чим сильніша і триваліша їх дія, тим більша за площею і у функціональному відношенні активніша лімфоїдна тканина тієї чи іншої ділянки кишечника (Samoiliuk et al., 2019).

Ступінь розвитку асоційованих з слизовою оболонкою лімфоїдних структур протягом раннього постнатального періоду у поросят є характерною для даного виду тварин і залежить від віку та може слугувати критерієм оцінки стану імунітету, а також імунологічної реактивності організму (Panikar et al., 2015).

Наші дослідження забезпечили комплексне уявлення про динаміку процесів розвитку кишечника поросят і підтверджують той факт, що у ньому від народження до відлучення відбуваються певні кількісні зміни слизової оболонки та агрегованих з нею імунних утворів (Skrzypek et al., 2018), а також те, що лімфоїдна тканина є найбільшим імунним органом в організмі (Moeser et al., 2017).

Оскільки, найбільш інтенсивне всмоктування поживних речовин відбувається в тонкому відділі кишечника ссавців, цей орган швидко розвивається на ранній стадії життя у свиней (Wiyarorn et al., 2013), що узгоджується з нашими результатами. Ріст і функціонування тонкої кишки мають вирішальне значення для оптимального росту та здоров'я тварин і відіграють важливу роль у травленні та всмоктуванні поживних речовин, витраті енергії та поживних речовин, а також імунологічній компетентності (Meyer & Caton, 2016).

Слід відмітити, що на динаміку морфогенезу кишечника свиней впливає багато чинників. Структуру кишечника покращують дієтичні добавки (Wang et al., 2015), годівля

(Huting et al., 2021). Розвиток шлунково-кишкового тракту новонароджених поросят суттєво залежить від мікрофлори кишечника, яка впливає на макроскопічні та мікроскопічні показники морфогенезу протягом постнатального періоду (Shirkey et al., 2016; Choudhury et al., 2021).

Автори виявили, що зміни маси та довжини не відбуваються за однаковою схемою для усіх відділів кишечника. Для деяких з них ця картина є приблизно лінійною в діапазоні від одного до 90 днів. В той час для інших, зміни маси і довжин досить складні. Дослідники також оцінювали індекс площі лімфоїдних вузликів та зробили висновок, що представлені ними результати досліджень можуть бути основою складання раціонів, оцінки імунного статусу, розробки ефективної профілактики та лікування деяких захворювань (Gavrylin & Nikitina, 2017).

Імунні утвори кишечника є важливим фактором, що суттєво впливає на ріст, розвиток і продуктивність сільськогосподарських тварин, їх здоров'я та резистентність до стресових (McLamb et al., 2013) та інфекційних чинників (Lee et al., 2016).

На перспективу, актуальними для вивчення є питання дослідження лімфоїдних утворів асоційованих зі слизовою оболонкою органів травлення, дихання, сечостатевої системи свиней.

Висновки. Існують певні закономірності росту площі кишечника і його лімфоїдних утворів асоційованих з слизовою оболонкою впродовж постнатального морфогенезу у поросят, що свідчать про асинхронність їх розвитку. Інтенсивність росту кишечника і його лімфоїдних структур не співпадає. Відносна площа останніх найбільш інтенсивно збільшується в період з добового до місячного віку, а потім до двомісячного поступово знижується. Абсолютна площа кишечника на відміну від лімфоїдних утворів збільшується рівномірно.

Бібліографічні посилання:

1. Barszcz, M., & Skomial, J. (2011). The development of the small intestine of piglets - chosen aspects. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20, 3–15
2. Bailey, M., Christoforidou, Z., & Lewis, M. C. (2013). The evolutionary basis for differences between the immune systems of man, mouse, pig and ruminants. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 152, 13–19. doi: 10.1016/j.vetimm.2012.09.022.
3. Bonnardel, J., Da Silva, C., Henri, S., Tamoutounour, S., Chasson, L., Montañana-Sanchis, F., Gorvel, J. P., & Lelouard, H. (2015). Innate and adaptive immune functions of peyer's patch monocyte-derived cells. *Cell Reports*, 11, 770–784. doi: 10.1016/j.celrep.2015.03.067. PMID 25921539.
4. Burkey, T. E., Skjolaas, K. A., & Minton J. E. (2009) Board-Invited Review: porcine mucosal immunity of the gastrointestinal tract. *Journal of Animal Science*, 87 (4), 1493–1501. doi: 10.2527/jas.2008-1330.
5. Cerutti, A. (2008). Location, location, location: B-cell differentiation in the gut lamina propria. *Mucosal Immunology*, 1 (1), 8–10. doi: 0.1038/mi.2007.8.
6. Helander, H. F., & Fändriks, L. (2014). Surface area of the digestive tract – revisited. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 49 (6), 681–689. doi:10.3109/00365521.2014.898326.
7. Chen, Y., Mou, D., Hu, L., Zhen, J., Che, L., Fang, Z., Xu, S., Lin, Y., Feng, B., Li, J., & Wu, D. (2017) Effects of Maternal Low-Energy Diet during Gestation on Intestinal Morphology, Disaccharidase Activity, and Immune Response to Lipopolysaccharide Challenge in Pig Offspring. *Nutrients*, 9 (10), 1115. doi: 10.3390/nu9101115
8. Choudhury, R., Middelkoop, A., Souza, J. G., Veen, L. A., Gerrits, W. J. J., Kemp, B., Bolhuis, J. E., & Kleerebezem, M. (2021). Impact of early-life feeding on local intestinal microbiota and digestive system development in piglets. *Scientific Reports*, 11:4213. doi: 10.1038/s41598-021-83756-2
9. D'Inca, R., Gras-Le, G. C., Che, L., Sangild, P. T., & Huërou-Luron, I.. (2011). Intrauterine Growth Restriction Delays Feeding-Induced Gut Adaptation in Term Newborn Pigs. *Neonatology*, 99 (3), 208–16. doi: 10.1159/000314919
10. Everaert, N., Van Cruchten, S., Weström, B., Bailey, M., Van Ginneken, C., Thymann T., & Pieper, R. (2017) A review on early gut maturation and colonization in pigs, including biological and dietary factors affecting gut homeostasis. *Animal Feed Science and Technology*, 233, 89–103. doi: 10.1016/j.anifeeds.2017.06.011

11. Ermund, A., Gustafsson, J. K., Hansson, G. C., & Keita, A. V. (2013). Mucus properties and goblet cell quantification in mouse, rat and human ileal Peyer's patches. *PLoS one*, 8(12), e83688. doi:10.1371/journal.pone.0083688
12. Gavrylin, P. M., & Nikitina, M. O. (2017). Morphometric parameters of the intestine and aggregated lymphatic nodules of meat rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8 (4), 649–655. doi: 10.15421/0217100
13. Haley, P. J. (2017). The lymphoid system: a review of species differences. *Journal of toxicologic pathology*, 30 (2), 111–123. doi: 10.1293/tox.2016-0075
14. Hryn, V. H. (2018). Planimetric correlations between Peyer's patches and the area of small intestine of white rats. *Reports of Morphology*, 24 (2). 66–72. doi: 10.31393/morphology-journal-2018-24(2)-10
15. Huting, A. M. S., Middelkoop, A., Guan, X., & Molist, F. (2021). Using Nutritional Strategies to Shape the Gastro-Intestinal Tracts of Suckling and Weaned Piglets. *Animals*, 11 (2), 402. doi: 10.3390/ani11020402
16. Jung, C., Hugot, J. P., & Barreau, F. (2010). Peyer's Patches: The Immune Sensors of the Intestine. *International Journal of Inflammation*, 10, 1–12. doi: 10.4061/2010/823710
17. Liu, Y. (2015). Fatty acids, inflammation and intestinal health in pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6 (41)
18. Logvinova, V., & Oliyar, A. (2021). Histoarchitectonics of Lymphoid Formations of the Mucosa of the Small Intestine of Musky Ducks. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, 1 (52), 31–37. doi: 10.32845/bsnau.vet.2021.1.5
19. Maroille, T., Berri, M., Lemonnier, G., Esquerré, D., Chevalere, C., Mélo, S., Meurens, F., Coville, J. L., Leplat, J. J., Rau, A., Bed'hom, B., Vincent-Naulleau, S., Mercat, M. J., Billon, Y., Lepage, P., Rogel-Gaillard C., & Estellé J. (2018). Immunome differences between porcine ileal and jejunal Peyer's patches revealed by global transcriptome sequencing of gut-associated lymphoid tissues. *Scientific Reports*, 8: 9077. doi: 10.1038/s41598-018-27019-7
20. Metzler-Zebeli, B. U. (2021). The Role of Dietary and Microbial Fatty Acids in the Control of Inflammation in Neonatal Piglets. *Animals*, 11 (10), 2781. doi: 10.3390/ani1102781
21. Meyer, A. M., & Caton A. J. (2016). Role of the Small Intestine in Developmental Programming: Impact of Maternal Nutrition on the Dam and Offspring. *Advances in Nutrition*, 7(1), 169–178, doi:10.3945/an.115.010405
22. Moeser, A. J., Pohl, C. S., & Rajput, M. (2017). Weaning stress and gastrointestinal barrier development: implications for lifelong gut health in pigs. *Animal Nutrition*, 3 (4), 313–321. doi: 10.1016/j.aninu.2017.06.003
23. Panikar, I. I., Goral's'kij, L. P., & Kolesnik, N. L. (2015). Morfologija ta imunogistohimija organiv imunogenezu svinej u period postnatal'noi adaptacii. Monografija. – 258 s. ISBN 966-655-0. (in Ukrainian)
24. Pluske, J. R., Turpin, D. L., & Kim, J. C. (2018). Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. *Animal Nutrition*, 4 (2), 187–196. doi:10.1016/j.aninu.2017.12.004
25. Pluske, J. R., Kim, J. C., & Black, J. L. (2018). Manipulating the immune system for pigs to optimise performance. *Animal Production Science*, 58 (4). doi: 10.1071/AN17598
26. Reboldi, A., & Cyster, J. G. (2016). Peyer's patches: organizing B-cell responses at the intestinal frontier. *Immunological reviews*, 271, 230–245. doi: 10.1111/imr.12400.
27. Rothkötter H. J. (2009). Anatomical particularities of the porcine immune system - A physician's view. Developmental. *Comparative Immunology*, 33 (3), 267–272. doi:10.1016/j.dci.2008.06.016
28. Samoiluk, V. V., Havrylin, P. M., Bilyi, D. D., Kozii, M. S., & Maslikov, S. M. (2019). Topohrafiia i mikrostrukturna orhanizatsiia limfoidnykh utvoriv, asotsiovanykh zi slyzovoiu obolonkoiu kyshechnyky porosiat [Topography and microstructural organization of lymphoid formations associated with the mucous membrane of the intestinal piglets]. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7 (4). 189–197. doi: 10.32819/2019.74034
29. Skrzypek, T., Kazimierzczak, W., Skrzypek, H., Valverde, P. J. L., Godlewski, M., & Zabielski, R. (2018). Mechanisms involved in the development of the small intestine mucosal layer in postnatal piglets. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 69 (1), 127–138. doi: 10.26402/jpp.2018.1.14
30. Schokker, D., Fledderus, J., Jansen, R., Vastenhout, S. A., de Bree, F. M., Smits, M. A., & Jansman, A. J. M. (2018). Supplementation of fructooligosaccharides to suckling piglets affects intestinal microbiota colonization and immune development. *Journal of Animal Science*, 96 (6), 2139–2153. doi:10.1093/jas/sky110
31. Takebayashi, K., Koboziev, I., Ostanin, D. V., Gray, L., Karlsson, F. Robinson-Jackson, S. A., Kosloski-Davidson, M., Dooley, A. B., Zhang, S., & Grisham, M. B. (2011). Role of the gut-associated and secondary lymphoid tissue in the induction of chronic colitis. *Inflammatory bowel diseases*, 17 (1), 268–78. doi: 10.1002/ibd.21447
32. Wang, H., Li, S., Xu, S., & Feng, J. (2015). Betaine improves growth performance by increasing digestive enzymes activities, and enhancing intestinal structure of weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology*. 267, 114545. doi:10.1016/j.anifeedsci.2020.114545
33. Wiyaporn, M., Thongsong, B., & Kalandakanond-Thongsong, S. (2013). Growth and small intestine histomorphology of low and normal birth weight piglets during the early suckling period. *Livestock Science*, 158 (1–3), 215–222. doi:10.1016/j.livsci.2013.10.016
34. Xu, R. J., Wang, F., & Zhang, S. H. (2000) Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. *Livestock Production Science*, 66 (2), 95–107. doi:10.1016/S0301-6226(00)00217-7

Samoiliuk V. V., PhD, Associate Professor, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Koziiy M. S., Doctor of Biological Sciences, Professor, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, Ukraine

Bilyi D. D., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Dynamics of the intestinal area and lymphoid formations associated with its mucous membrane in the early stages of postnatal morphogenesis in pigs

The purpose of the research was to determine the dynamics of the intestinal area and the lymphoid structures associated with its mucosa in piglets during early postnatal morphogenesis. The material for the study was the intestines of one-day,

ten-day, one-month, and two-month-old piglets of large white breed. After dissection of the abdominal cavity, the intestine was washed with running water and the length and width of the mesentery of the small and large intestines cut by the line of attachment were determined. Determination of the dynamics of the area of lymphoid structures associated with the mucous membrane was carried out using the method of total staining according to Hellman. Absolute and relative areas of intestinal sections and lymphoid formations were determined on total preparations. The obtained data were processed by methods of variational statistics. It was established that at the early stages of postnatal morphogenesis in piglets, the absolute area of the intestine gradually and uniformly increases: from one day to one month of age by 43.2% and from one month to two months of age by 48.5%. The absolute area of lymphoid formations associated with the mucous membrane increases by 80.2% from one day to one month of age, and by 14.1% from one month to two months of age, which indicates their uneven growth and development. The absolute area of the intestine increases uniformly, and the most intensive growth of lymphoid formations is observed in the period from one day to one month of age. The intensity of growth of the thin part during postnatal morphogenesis gradually and uniformly decreases, and the thick part increases. The relative area of lymphoid formations increases before and decreases after the monthly age. This increase in thin and thick sections is 7.9% and 2.4%, respectively. The decrease in the relative area of the lymphoid structures of the specified departments occurs by 6.9% and 1.9%, respectively. The obtained data indicate the asynchrony of the growth of the intestine and the lymphoid structures associated with its mucous membranes. This organ grows uniformly during postnatal morphogenesis. The most intensive growth of lymphoid formations is observed in the period from one day to one month of age.

Key words: intestines, piglets, lymphoid formations, absolute area, relative area.