

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ  
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

**МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТОНКОГО ВІДДІЛУ  
КИШЕЧНИКА ПОРОСЯТ У РАННІЙ ПЕРІОД  
ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗУ**

(методичні рекомендації)

Львів – 2026 р.

УДК 636.4.082:474:611.3

УКЛАДАЧІ:

Бонюк Н. В., доктор філософії  
Орехова Х. В., доктор філософії  
Костинюк А. К., к.вет.н.

Рецензент:

Ковальчук І.І., д.вет.н., професор, завідувачка кафедри нормальної та патологічної фізіології імені Степана Стояновського Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Методичні рекомендації призначені для здобувачів вищої освіти, аспірантів, докторантів, науковців та лікарів ветеринарної медицини. У роботі представлено морфологічну характеристику тонкого відділу кишечника поросят у ранній постнатальний період з детальною характеристикою ворсинок, крипт та клітинного складу епітелію.

Бонюк Н.В., Орехова Х.В., Костинюк А.К. Морфологічні особливості тонкого відділу кишечника поросят у ранній період постнатального онтогенезу (методичні рекомендації). Методичні рекомендації для лабораторних занять з дисципліни «Цитологія, гістологія, ембріологія» для здобувачів другого (магістр) рівня вищої освіти спеціальності Н6 «Ветеринарна медицина». Львів: ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького, 2026. 24 с.

Схвалено і рекомендовано до видання на засіданні кафедри нормальної та патологічної морфології і судової ветеринарії ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького, протокол № 5 від 19 грудня 2025 р.

Розглянуто і рекомендовано до друку методичною комісією факультету ветеринарної медицини Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, протокол №6 від 20.03.2026р.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП  | 4  |
| 1. Особливості формування тонкого відділу кишечника поросят у ранні періоди постнатального онтогенезу                            | 5  |
| 2. Морфологічна характеристика слизової оболонки тонкого відділу кишечника поросят у ранній період постнатального онтогенезу     | 10 |
| 3. Гістологічна характеристика келихоподібних клітин тонкого відділу кишечника поросят у ранні періоди постнатального онтогенезу | 20 |
| 4. Список використаних джерел  | 24 |

## ВСТУП

У поросят розвиток кишкового тракту є специфічним і динамічним процесом, оскільки кишковий епітелій постійно піддається впливу біотичних чинників. Перехід від молока свиноматки до твердих гранульованих кормів, зазвичай, супроводжується різноманітними морфологічними перебудовами в епітелію кишечника, а саме: знижується травна здатність і баланс між загибеллю клітин та їх проліферацією. Існує припущення, що поживні речовини корму, продукти життєдіяльності мікробіоти, подразники та протизапальні агенти здатні безпосередньо впливати на травлення, обмін речовин, діяльність імунної системи шлунково-кишкового тракту тварин. Окремі дослідники відзначали, що в період відлучення поросята зазвичай менше споживають корму, що й призводить до зниження поживних речовин, які повинні потрапляти в кров та, відповідно, це впливає і на розвиток кишечника.

На сьогодні встановлено, що адаптація травної системи охоплює широкий спектр морфофункціональних і біохімічних особливостей, які відбуваються на молекулярному, субклітинному та органно-системному рівнях. Відомо, що основним органом травної системи є тонкий кишечник де, у значній мірі, завершується перетравлення та всмоктування екзогенних кормових субстратів. Крім того, тонкий кишечник виконує ще цілий ряд функцій, серед яких метаболічна, секреторна, транспортно-евакуаторна, депонуюча, гормональна тощо. Кишковий тракт залишається ключовою ланкою між організмом та зовнішнім середовищем. Тонкий кишечник виконує не тільки травну але й транспортну функцію і, найважливіше – захисну, як селективний бар'єр на шляху поживних речовин та величезного різноманіття мікробіоти.

Поверхня тонкого відділу кишкового тракту представлена ворсинками – основними структурними одиницями слизової оболонки, які у свиней добре розвинуті. У дорослих тварин слизова оболонка має площу внутрішньої поверхні 13-15 м<sup>2</sup>, загальну кількість ворсинок близько 24 млн. Саме за рахунок ворсинок загальна поверхня слизової оболонки кишечника збільшується у 15-20 разів, а мікрворсинки, які розміщуються на поверхні ентероцитів

підвищують її ще у 30-60 разів. Щодо новонароджених поросят, то існує закономірність: кількість ворсинок на одиницю площі у них є удвічі більше, ніж у дорослих свиней. Самі ворсинки мають циліндричну форму на відміну від листоподібних та розгалужених, які можна виявляти вже у старших поросят. На адаптацію ентероцитів, що проявляється у зміні висоти кишкових ворсинок, швидкості утворення епітеліоцитів у ділянці крипт та їх міграції вздовж ворсинок безпосередньо впливає аліментарний фактор.

## **1. Особливості формування тонкого відділу кишечника поросят у ранні періоди постнатального онтогенезу.**

Дозрівання кишечника поросят після народження відбувається достатньо швидко, особливо у відповідь на такі фактори, як оксигенація, ентеральне надходження поживних речовин, розвиток мікрофлори, дії гормонів і факторів росту. Тонкий відділ кишечника поросят різко збільшується внаслідок ентерального надходження поживних речовин. У перші години після народження поросят при потраплянні в кишечник молозива, відбувається збільшення його ваги, площі всмоктування та активності ферментів щіткової облямівки ентероцитів. Кишечник подвоює свою вагу та збільшує довжину на 30 % упродовж трьох днів після народження. У період відлучення поросят від свиноматки також відбуваються зміни в кишковому середовищі, пов'язані з різким переходом від молока до гранульованих кормів. Відзначають зміни гістологічних параметрів – атрофію ворсинок і гіпертрофію крипт, зниження ферментативної активності. Такі зміни є результатом тонкого та точного балансу між проліферацією та загибеллю клітин, які утворюють слизову оболонку кишечника (мітоз та апоптоз). Повноцінне споживання поросятами молозива та молока на ранніх етапах життя є важливим фактором, який в подальшому впливає на швидкий ріст кишечника та формування пасивного імунітету.

Вироблення підшлунковою залозою та ентероцитами ферментів, таких як амілази та ліпази, знаходиться під нервовим і гормональним контролем, особливо упродовж перших 6 тижнів після народження поросят. Ентероцити плода, які володіють високою ендоцитозною активністю протягом 3-4 тижнів замінюються менш активними ентероцитами дорослого типу. Цей процес у кишечнику відбувається в проксимально-дистальному напрямку. Така зміна в генерації ентероцитів впливає на експресію ферментів щіткової облямівки. Висока активність лактази, яка є у новонароджених поросят поступово знижується і стає мінімальною після відлучення, натомість після відлучення поросят зростає активність сахарази та мальтази.

Морфологічні зміни в кишечнику поросят при відлученні, зазвичай характеризуються зміною метричних показників висоти ворсинок і глибини крипт, що безпосередньо залежить від типу годівлі. Довжина ворсинок може зменшуватись на 30–40 % вже на 4-7 день після відлучення, але й так само швидко відновлюватись через 14 днів. Також відбувається і скорочення довжини мікрворсинок ентероцитів на 3-7 день після відлучення поросят від свиноматки. Серед причин зменшення висоти ворсинок вздовж усього тонкого відділу кишечника поросят, виділяють і низьке споживання корму, особливо в тих поросят, яких різко відлучили і без перехідного періоду перевели на гранульовані корми. Крім того, зміни в морфології кишечника здатні викликати окремі кормові інгредієнти, які можуть містити антипоживні фактори, такі як антигенні білки, інгібітори протеази або деякі типи лектинів і дубильних речовин. Після відлучення окремі поросята під дією стресових факторів частково відмовляються від корму, що призводить до функціональних змін у кишковому тракті – порушується бар'єрна функція, що в свою чергу підвищує проникність слизової оболонки, негативно впливаючи на контакти між клітинами. Такі стани сприяють появі ендотоксинів у крові та спричиняють розвиток місцевого запалення. Такі морфологічні зміни тривають більше 1-2 тижнів після відлучення, а ступінь їх розвитку залежить від важкості стресу й

призводить до атрофії ворсинок і гіперплазії крипт, що спричиняє різке зменшення травної та всмоктувальної здатності кишечника.

Тонкий відділ кишечника складається з трьох кишок, які відходять каудально від пілоруса – дванадцятипалої, порожньої та клубової. Дванадцятипала кишка утворює петлю, повертаючись з правого боку на лівий. З дванадцятипалою кишкою тісно пов'язана підшлункова залоза, секрет якої бере участь у травленні. Крім того, через загальну жовчну протоку у дванадцятипалу кишку попадає жовч, яка утворюється в печінці. Більша частина травлення та всмоктування відбувається в тонкій кишці, внутрішній шар якої має тісний контакт із вмістимим. Слизова оболонка характеризує морфофункціональну активність кожного окремого відділу кишечника. В тонкому відділі кишечника вона утворює пальцеподібні виступи, які називаються ворсинками в основі яких розташовуються крипти Ліберк'юна, також відомі як кишкові залози. Морфологія ворсинок змінюється відповідно до кишкового тракту і ця тенденція відображає їх різні функції: довжина збільшується від дванадцятипалої кишки до середини порожньої кишки, а потім знову зменшується до дистального відділу клубової кишки. Подібним чином крипти також змінюються за розміром і складом вздовж кишечника – вони глибші в дванадцятипалій і порожній кишці та менш глибокі в клубовій кишці.

В епітелії слизової оболонки розрізняють кілька популяцій клітин: стовпчасті (призматичні, обляміткові, абсорбційні) епітеліоцити, келихоподібні екзокриноцити, апікальнозернисті екзокриноцити (екзокриноцити з ацидофільними гранулами або клітини Паннета), ендокриноцити, М-клітини та безобляміткові епітеліоцити (стовбурові та бластні клітини). Обляміткові ентероцити є найпоширенішою групою клітин ворсинок, які становлять близько 94 %, решту – келихоподібні клітини (5 %) та ендокринні клітини (1 %), які походять з поліпотентних стовбурових клітин, розташованих біля основи крипт. З них утворюються клітини попередники, які після мітотичного поділу диференціюються в різні популяції епітеліоцитів. Під час міграції від основи до апікальної частини ворсинок ентероцити дозрівають, їхня ферментативна

активність починається тоді, коли вони досягають базальної третини осі ворсинок, абсорбційна функція – коли сягають вершини ворсинок. Згодом вони злущуються у просвіт, тобто відбувається постійне оновлення епітеліального шару. Крім того, люмінальна поверхня призматичних ентероцитів містить мікрворсинки (щіточкову облямівку) на рівні апікальної мембрани, яка збільшує поглинальну поверхню в 15-40 разів. Мембрана мікрворсинок містить добре розвинений глікокалікс з високою ферментною та АТФ-азною активністю. Основною функцією глікокаліксу є прикріплення ферментів, які беруть участь у пристінковому травленні корму та транспортних білків мембран, які відповідають за переміщення перетравлених речовин і неорганічних іонів всередину клітини.

Келихоподібні клітини розташовуються поодинокі між ентероцитами, виділяють в'язкий слиз. Їх кількість збільшується від проксимального відділу порожньої кишки до дистального відділу клубової кишки. На стадії накопичення секрету мають келихоподібну форму. Цитоплазма цих клітин піниста, ядро переважно овальної форми. Вироблення ними слизу може змінюватись і залежить це від впливу холінергічних агентів, нейропептидів, гормонів та токсинів. Крім того, поживні речовини здатні впливати на густоту та кількість виділення слизу. Ентероендокринні клітини, яких є найменше, виробляють гормони для регуляції функціональності шлунково-кишкового тракту.

Епітелій кишківника свиней піддається повному оновленню кожні 2-3 дні, що контролюється кишковими стовбуровими клітинами, розташованими в основі крипт. Кишкові стовбурові клітини генерують пул високопроліферативних транзитно-ампліфікуючих клітин, які або мігрують вгору по ворсинках і диференціюються в ентероцити та секреторні клітини, або мігрують до основи крипт, де вони диференціюються в клітини Паннета, які секретують антимікробні пептиди. Баланс між самовідновленням і диференціюванням стовбурових клітин контролює епітеліальний гомеостаз кишечника, забезпечуючи його цілісність.

Епітелій, що вистилає крипти є продовженням епітелію ворсинки. До його складу також водять призматичні епітеліоцити, келихоподібні клітини, ендокриноцити, епікально-зернисті екзокриноцити та стовбурові клітини. Слід відзначити, що призматичні епітеліоцити в криптах мають нижчу ферментативну активність та тоншу облямівку, ніж ентероцити ворсинок. Клітини Паннета, які в мікрогранулах цитоплазми містять лізоцими та дефензини, сприяють підтримці шлунково-кишкового бар'єру. Ці клітини добре описані у багатьох інших видів тварин, а у свиней їх виявили відносно нещодавно.

Окремо варто згадати деякі особливості будови 12-палої кишки, що вирізняється тонкою м'язовою оболонкою та наявністю дуоденальних залоз, які представлені складними альвеолярно-трубчастими розгалуженнями, переважно слизистих залоз. Їх вивідні протоки вистелені одношаровим кубічним чи призматичним епітелієм, відкриваються в крипти або безпосередньо в просвіт кишечника. Кінцеві відділи розміщені у підслизовій основі. Секрет, що продукують залози містить нейтральні глікопротеїди.

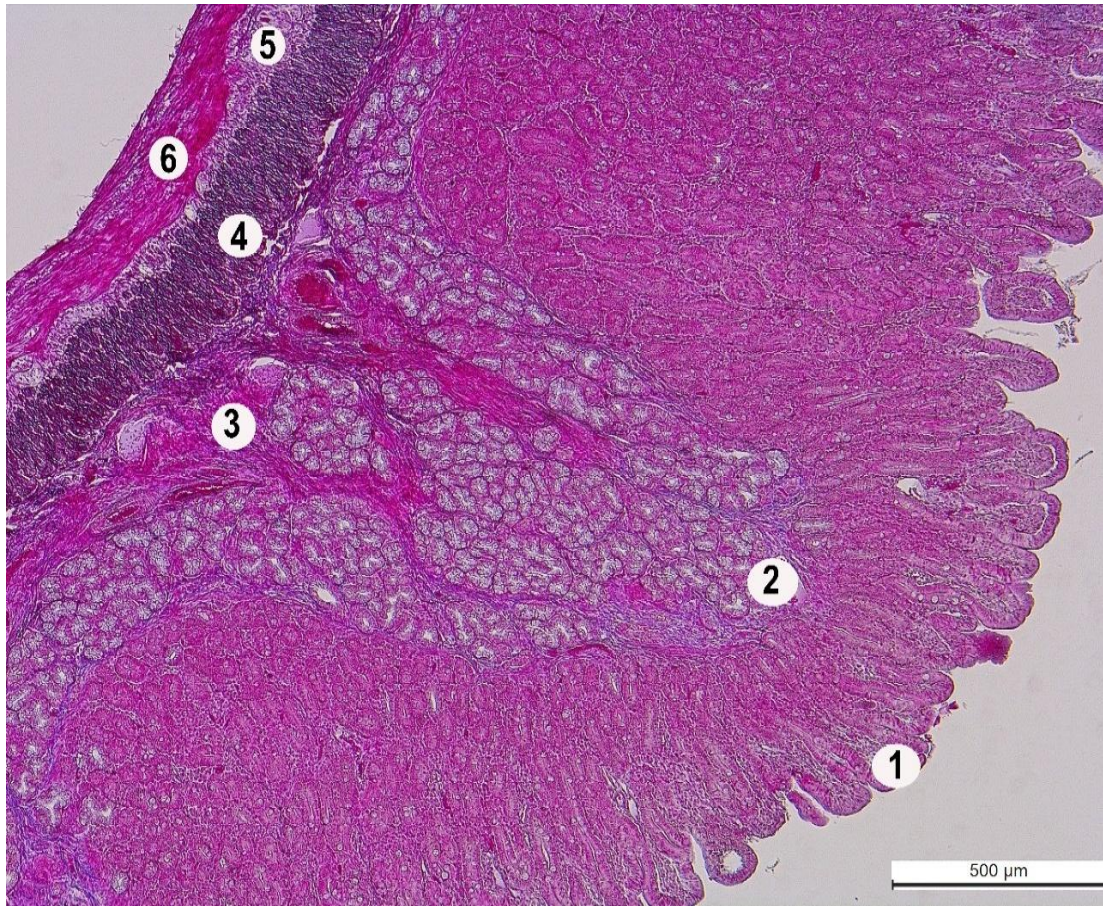
Підслизова оболонка представлена шаром пухкої волокнистої неоформленої сполучної тканини (колагеновими та еластичними волокнами), які є основою для кровоносних, лімфатичних судин, нервових волокон, а також лімфоїдних вузликів. Крім того, цей тонкий шар гладких м'язових волокон, який знаходиться в підслизовій основі утворює складки на слизовій оболонці, збільшуючи площу їх поверхні, забезпечуючи тісніший контакт з вмістимим просвіту. У підслизовому шарі розташовується Мейснерове нервово сплетіння, яке відіграє важливу роль у контролі секреції епітеліальними клітинами та тону судин власної пластинки, також виконує сенсорну функцію. Окремі м'язові волокна слизової оболонки прикріплюються до ворсинок і при скороченні сприяють руху ворсинок кишечника. М'язова оболонка побудована із циркулярних та поздовжніх м'язів, між якими розташовуються судини та вузли нервового м'язово-кишкового сплетення – Ауербахове сплетіння, яке є важливим для контролю рухів шлунково-кишкового тракту. Ентеральна

нервова система також має зв'язки з вегетативною нервовою системою (симпатичні та парасимпатичні волокна), які можуть змінювати ступінь активності ентеральної нервової системи. Зовнішній шар кишкового тракту представлений серозною оболонкою.

Обмін поживних речовин і рідини забезпечується капілярами та лімфатичними судинами. Для того щоб речовини всмоктувались в кров з епітеліальних клітин, вони повинні пройти через мембрану цих клітин, базальну мембрану, інтерстиціальну рідину та капілярну мембрану.

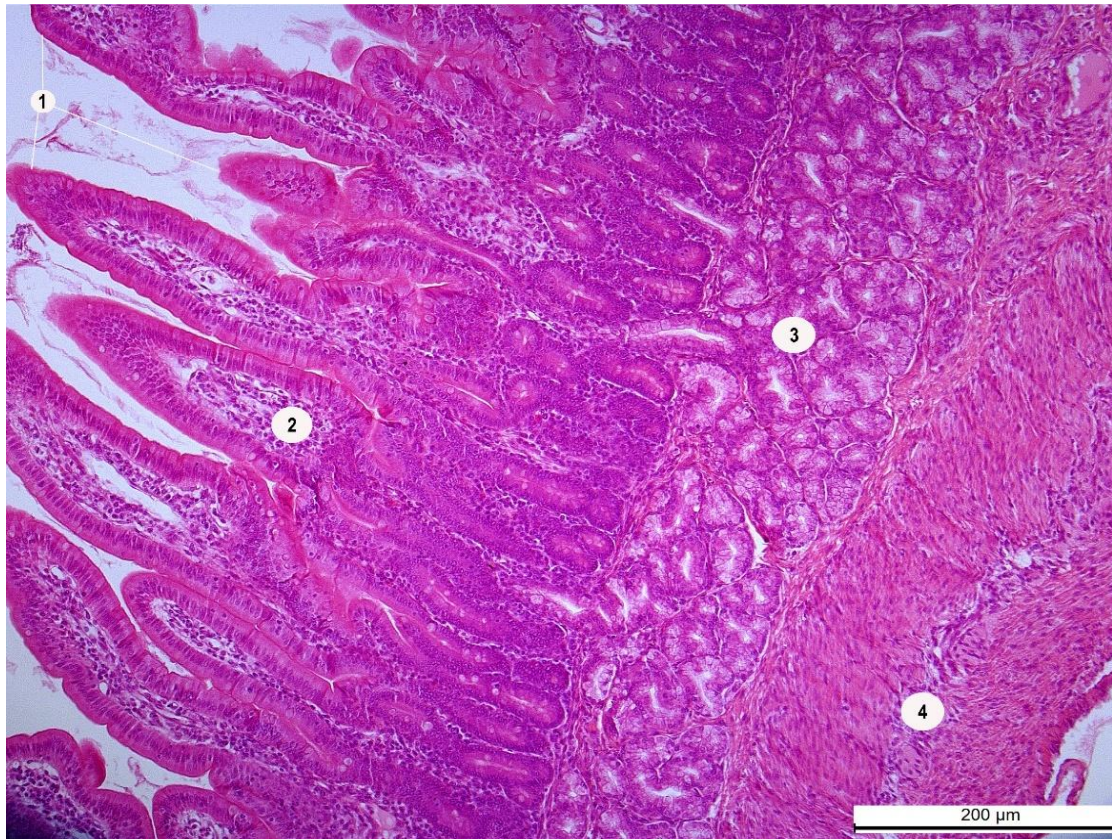
## **2. Морфологічна характеристика слизової оболонки тонкого відділу кишечника поросят у ранній період постнатального онтогенезу.**

Гістологічно дванадцятипала кишка поросят має типову морфологічну будову з чіткою диференціацією слизової оболонки, підслизової, м'язової та серозної оболонки (рис. 1). Слизова оболонка представлена видовженими пальцеподібними кишковими ворсинками, які щільно розташовувались одні біля одних (рис. 2). Поверхню кишкових ворсинок формував одношаровий однорядний циліндричний епітелій з вираженою полярністю клітин, основну масу яких складали ентероцити з характерною облямівкою, що утворювали мікрворсинки апікальної плазматичної мембрани (рис. 3). Крім того, добре візуалізувались келихоподібні екзокриноцити, які становили другий за кількістю пул епітеліальних клітин слизової оболонки тонкого кишечника (рис. 4). Власна пластинка слизової оболонки дванадцятипалої кишки сформована елементами пухкої сполучної тканини в глибині якої розміщувались крипти, а підслизова основа містила дуоденальні залози – Бруннерові залози, що представлені у вигляді трубочок, які відкривались на дні крипт. Цитоплазма цих клітин світла, злегка базофільна, ядра розміщувались в базальній частині цитоплазми, дещо ущільнені (рис. 5). Крипти представлені епітеліальними трубками, які сліпо закінчуються, їх ядра більш круглої форми.



**Рис. 1.** Дванадцятипала кишка поросят (7 доба життя): ворсинки (1), Бруннерові залози (2), підслизова оболонка (3), циркулярний шар м'язової оболонки (4), Ауербахове сплетіння (5), поздовжній шар м'язової оболонки (6). Азан за Гейденгайном. х 50

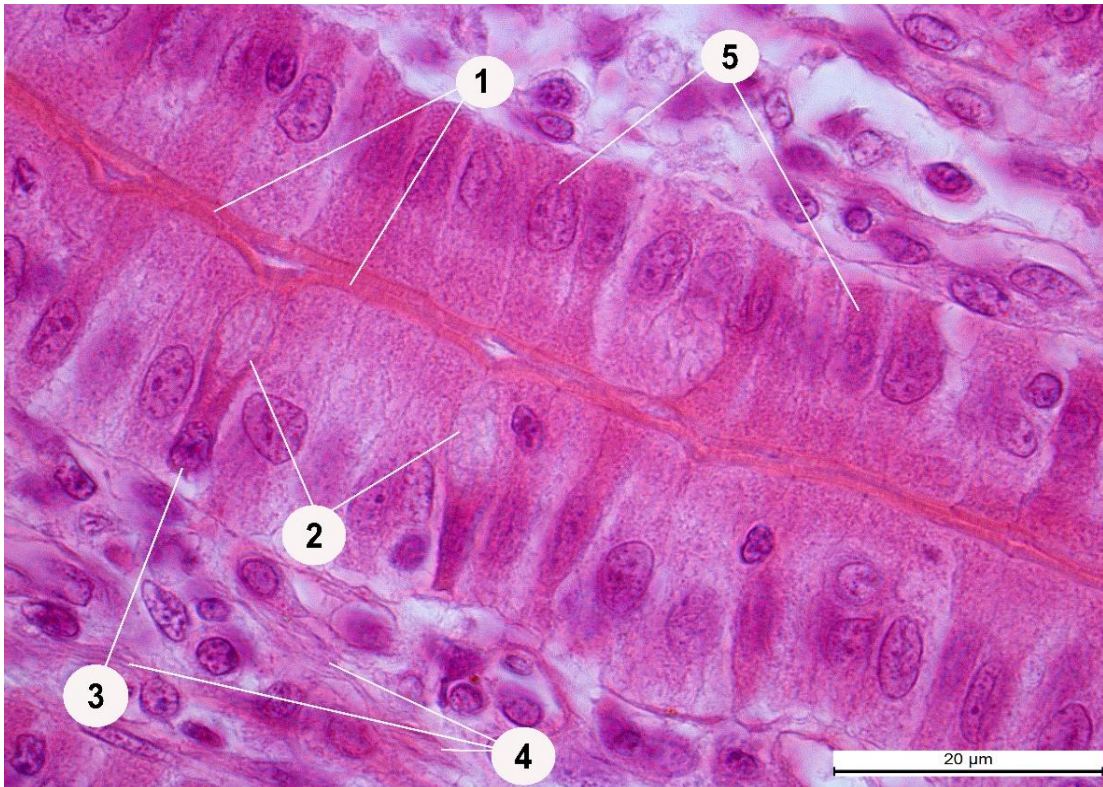
Ядра епітеліальних клітин (епітеліоцитів) овальні, розміщуються ближче до базальної частини клітин. На апікальній поверхні епітеліальних клітин чітко візуалізується щітчаста облямівка (рис. 3, 4). Між епітеліальними клітинами виділяють келихоподібні, їх вигляд залежить від наповнення їх апікальної частини слизю. Вузька ніжка представлена базальною частиною клітини в якій розміщується відтиснене муцином ядро. Під епітелієм розміщується тонка сполучна тканина у якій також чітко проглядаються ядра фібробластів та фіброцитів (рис. 4).



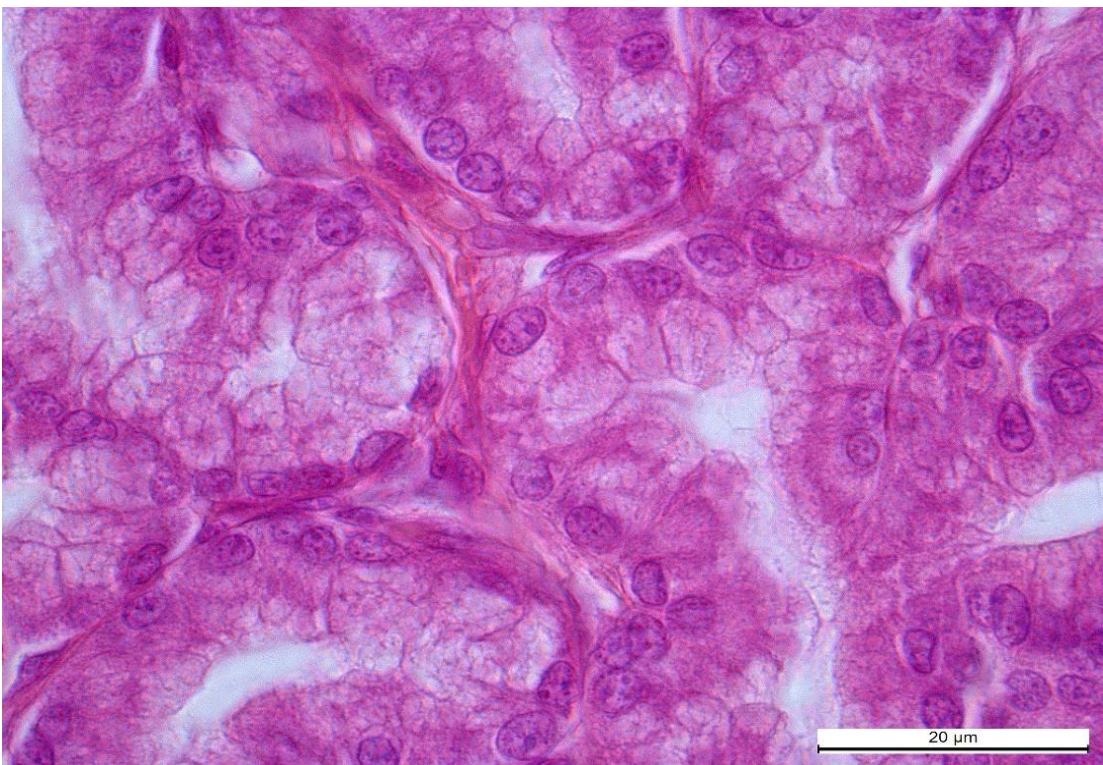
**Рис. 2.** Дванадцятипала кишка поросят (14 доба життя): ворсинки (1), власна пластинка слизової оболонки (2), Бруннерові залози (3), Ауербахове сплетіння (4). Гематоксилін та еозин. х 100



**Рис. 3.** Апікальна поверхня ворсинки дванадцятипалої кишки поросят (14 доба життя): одношаровий однорядний циліндричний епітелій з вираженою щітчастковою облямівкою (1), ентероцити з овальними ядрами (2). Гематоксилін та еозин. х 1000

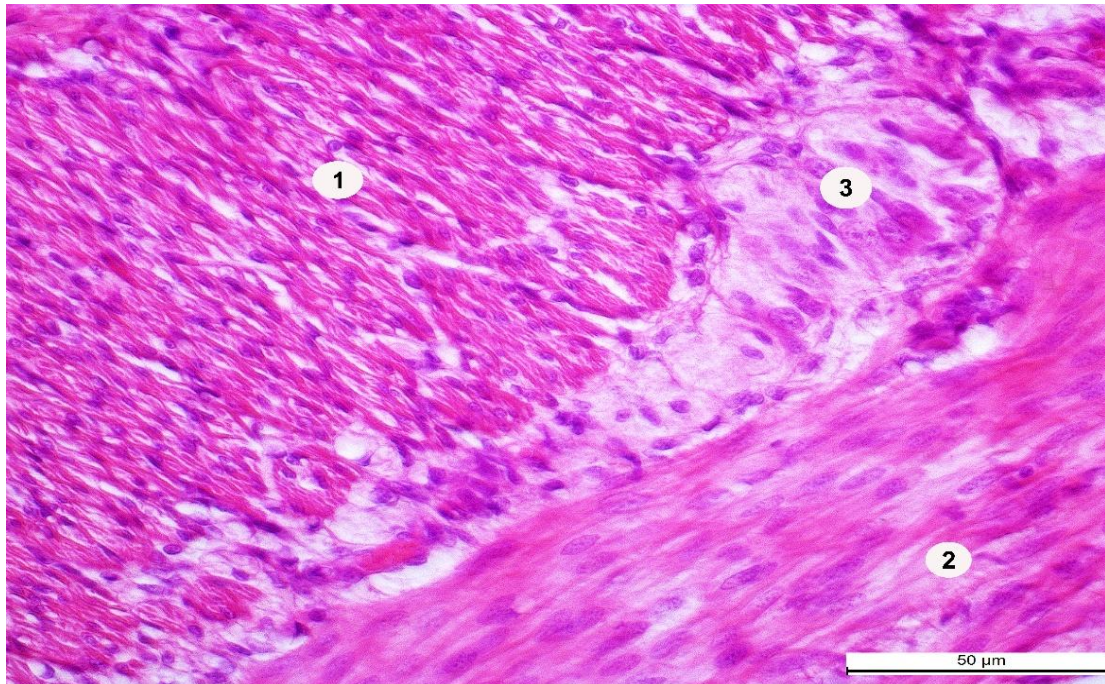


**Рис. 4.** Фрагмент ворсинки дванадцятипалої кишки поросят (14 доба життя): одношаровий однорядний циліндричний епітелій з вираженою щітковою облямівкою (1), келихоподібні клітини (2), ядро келихоподібної клітини (3), сполучна тканина (4), ентероцити (5). Гематоксилін та еозин. x 1000

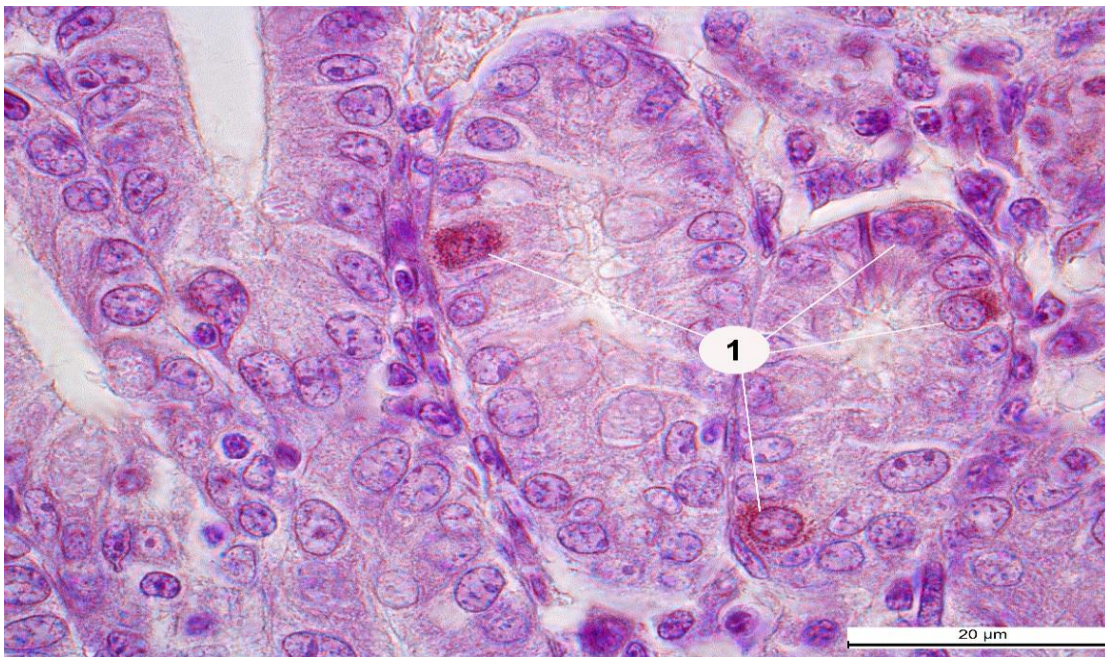


**Рис. 5.** Бруннерові залози підслизової оболонки дванадцятипалої кишки поросят (14 доба життя) з слабобазофільною цитоплазмою, круглими ядрами з чітко вираженими ядерцями. Гематоксилін та еозин. x 1000

М'язова оболонка представлена внутрішнім або циркулярним шаром і зовнішнім або поздовжнім шаром, побудованих із гладких міоцитів (рис. 6). В глибині крипт розміщуються ентерохромафінні клітини з ацидофільними гранулами (рис. 7).

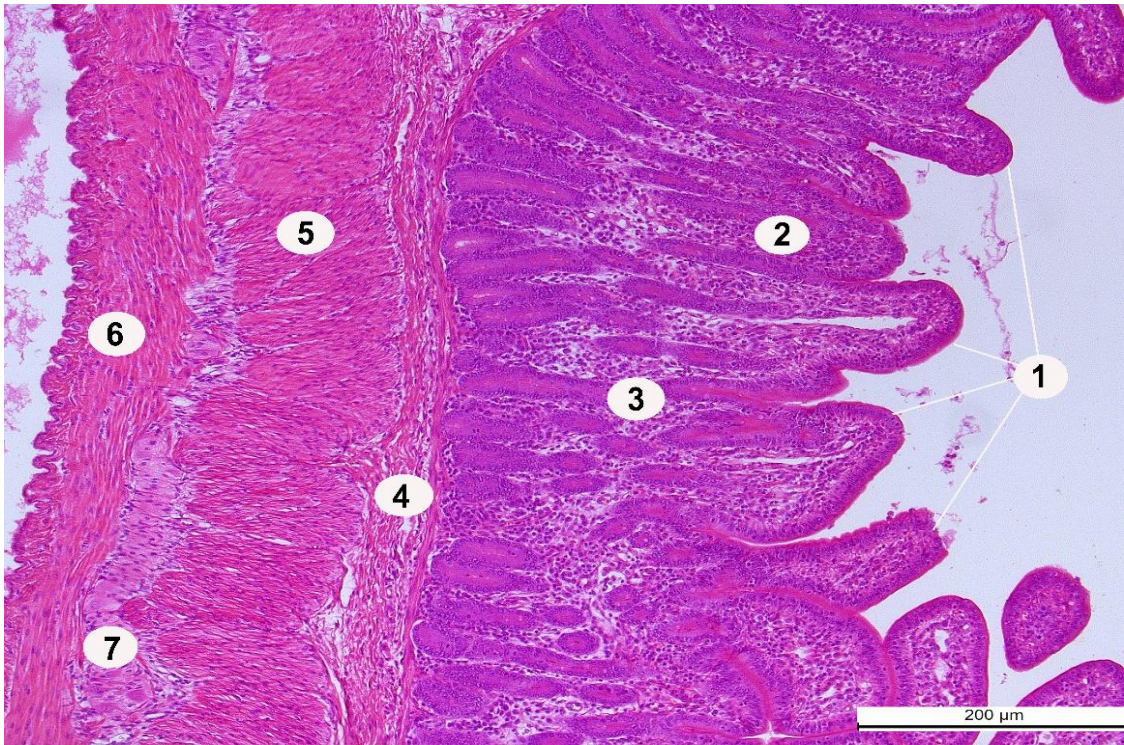


**Рис. 6.** Фрагмент м'язової оболонки дванадцятипалої кишки поросят (14 доба життя): циркулярний шар м'язової оболонки (1), поздовжній шар м'язової оболонки (2), Ауербахове нервеве сплетіння (3). Гематоксилін та еозин. х 400

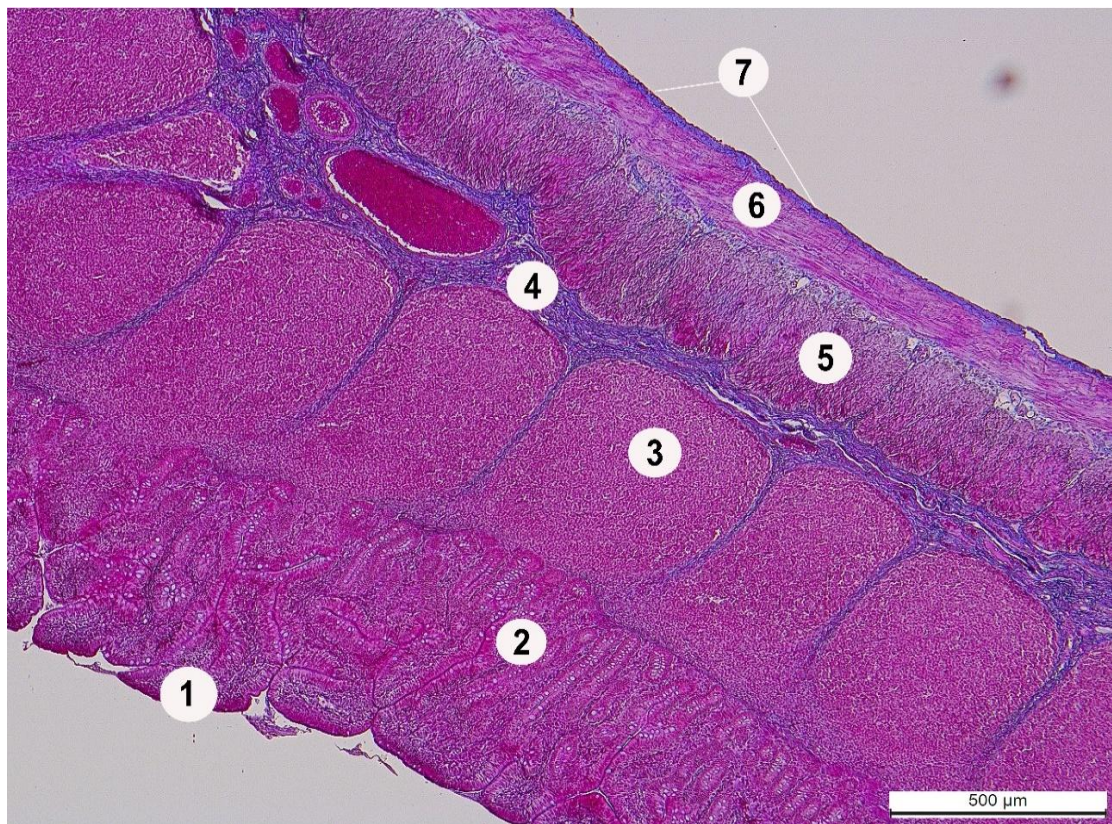


**Рис. 7.** Крипти дванадцятипалої кишки поросят (7 доба життя): ентерохромафінні клітини з великим округлим ядром (1) та яскраво коричневого кольору дрібними секреторними гранулами, розміщеними в цитоплазмі. Гематоксилін Майєра+діазо реакція. х 1000

Порожня кишка є основним місцем абсорбції поживних речовин. Ворсинки порожньої кишки переважно пальцеподібної форми, вкриті ентероцитами, які мають добре розвинену щіточкову облямівку, також візуалізують келихоподібні клітини (рис. 8). Ядра ентероцитів видовжені. Строма ворсинки представлена пухкою сполучною тканиною та ретикулярними волокнами. При фарбуванні Азаном за Гейденгайном чітко верифікуються сполучнотканинні волокна – колагенові та еластичні, які забарвлюються у синій колір (рис. 9). У власній пластинці слизової оболонки добре проглядається центральний лімфатичний капіляр (рис. 10), що проходить по осі ворсинки, дещо розширений, що може вказувати на активний транспорт ліпідів та білків корму до більших лімфатичних судин підслизової оболонки. Епітелій крипт одношаровий циліндричний але без щіточкової облямівки з дещо меншою кількістю келихоподібних клітин. М'язовий шар слизової оболонки розміщується безпосередньо під основою крипт. Підслизова оболонка утворена пухкою сполучною тканиною, добре виражена, містить значну кількість кровоносних та лімфатичних судин. М'язова оболонка побудована із двох шарів: внутрішній – значно товстіший, утворений циркулярними гладкими міоцитами та зовнішній м'язовий шар дещо тонший, утворений поздовжньо розміщеними м'язовими клітинами. Між внутрішнім та зовнішнім шаром м'язової оболонки також розміщуються міжм'язові нервові волокна – Ауербахове сплетіння. Серозна оболонка побудована із сполучнотканинного шару і мезотелію.



**Рис. 8.** Порожня кишка поросят (7 доба життя): ворсинки (1), власна пластинка слизової оболонки (2), крипти (3), підслизовий шар (4), циркулярний шар м'язової оболонки (5), поздовжній шар м'язової оболонки (6), міжм'язові нервові волокна – Ауербахове сплетіння (7). Гематоксилін та еозин. х 100



**Рис. 9.** Порожня кишка поросят (7 доба життя): ворсинки (1), Ліберк'юнові крипти (2), лімфоїдні вузлики (3), підслизова основа (4), циркулярний шар м'язової оболонки (5), поздовжній шар м'язової оболонки (6), серозна оболонка (7). Азан за Гейденгайном. х 50

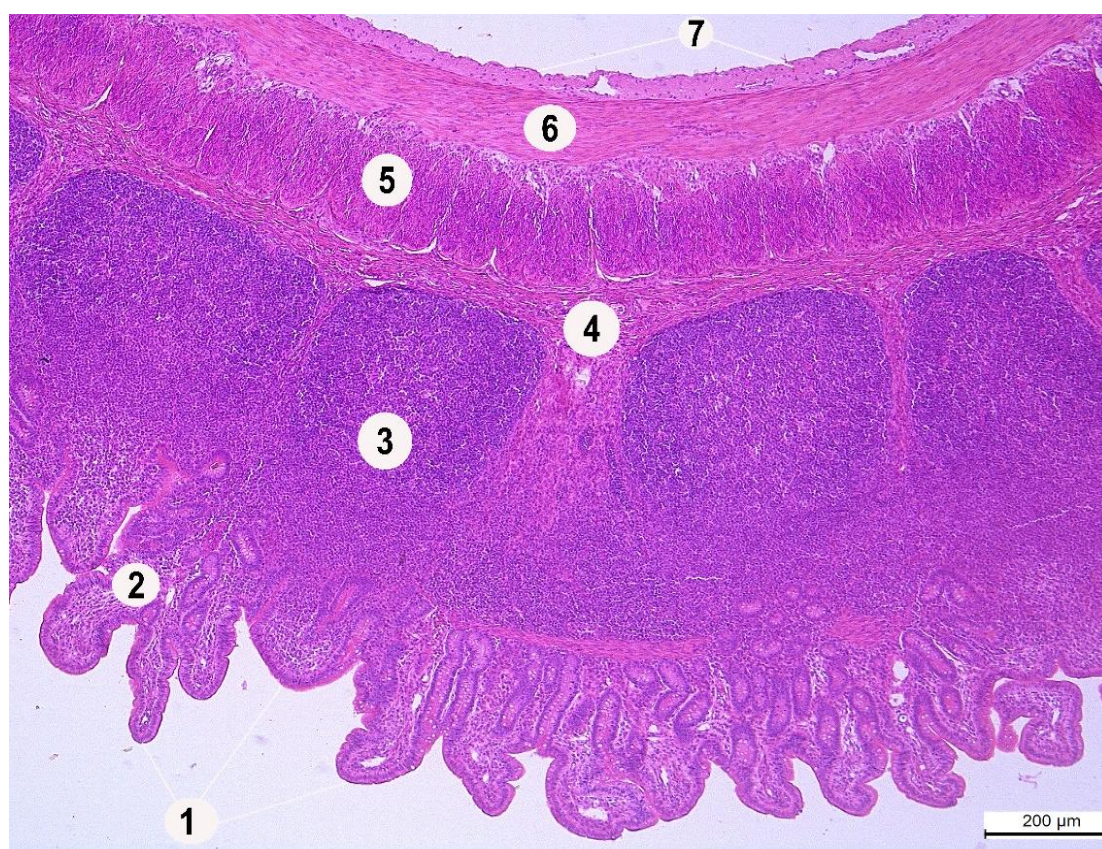


**Рис. 10.** Ворсинки порожньої кишки поросят (14 доба): щітчасткова облямівка ентероцитів (1), ентероцити (2), келихоподібні клітини (3), центральний лімфатичний капіляр (4). Гематоксилін та еозин. x 100



**Рис. 11.** Апікальна поверхня ворсинки порожньої кишки поросят (14 доба): щітчасткова облямівка (1), ентероцити (2), еритроцити в капілярі (3), центральний лімфатичний капіляр (4). Гематоксилін та еозин. x 1000

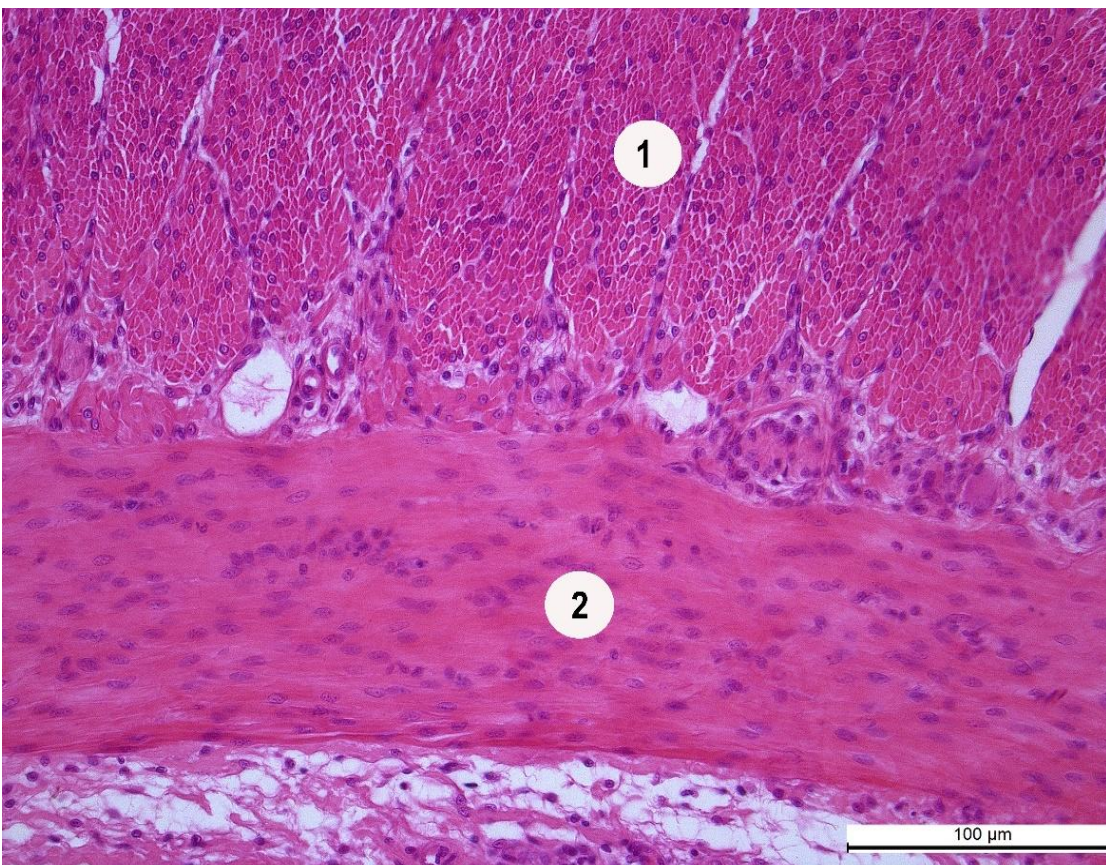
Клубова кишка поросят морфологічно принципово не відрізняється від порожньої кишки, проте форма ворсинок частіше неправильної або листоподібної форми (рис. 12, 13). Між ворсинками наявні невеликі крипти. Лімфоїдна тканина власної пластинки утворює достатньо великі за розмірами лімфоїдні вузлики, кількість яких варіює. Такі лімфоїдні вузлики подекуди зливаються і утворюють значні скупчення лімфоїдної тканини, які називають Пейєровими бляшками, що є складовими лімфоїдної тканини слизової та підслизової основи (рис. 12). М'язова оболонка, представлена внутрішнім та зовнішнім шаром, розміщувалась під слизовою оболонкою (рис. 14).



**Рис. 12.** Клубова кишка поросят (14 доба життя): ворсинки (1), власна пластинка слизової оболонки (2), лімфоїдні вузлики (3), підслизовий шар (4), циркулярний шар м'язової оболонки (5), поздовжній шар м'язової оболонки (6), серозна оболонка (7). Гематоксилін та еозин. x 100



**Рис. 13.** Клубова кишка (14 доба життя): листоподібної форми ворсинки (1), власна пластинка слизової оболонки (2), крипти (3). Гематоксилін та еозин. х 200



**Рис. 14.** Фрагмент м'язової оболонки клубової кишки поросят (14 доба життя): циркулярний шар (1), поздовжній шар (2). Гематоксилін та еозин. х 200

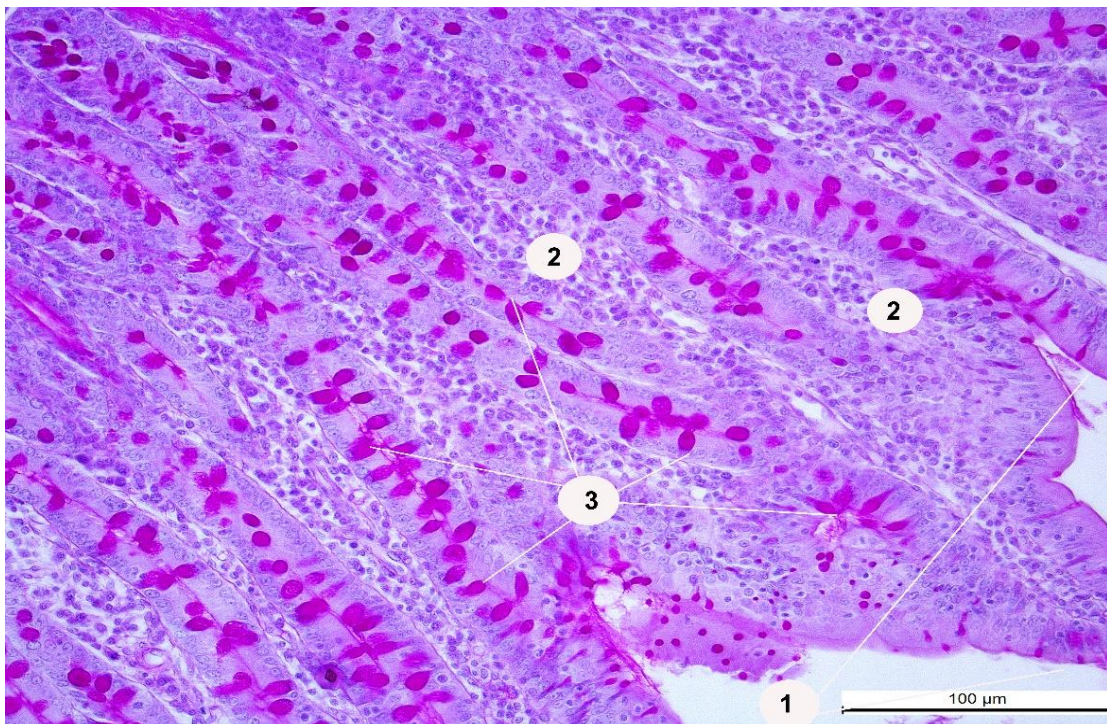
### **3. Гістологічна характеристика келихоподібних клітин тонкого відділу кишечника поросят у ранні періоди постнатального онтогенезу.**

Основним структурним і зв'язуючи компонентом пристінкового шару кишкового епітелію є слизь, яка у великій кількості постійно секретується келихоподібними екзокриноцитами епітеліального шару. Саме слизь, в значній мірі, визначає будову і властивості пристінкового шару і його проникність, виконує протекторну (механічну і хімічну), буферну, травну і транспортну функцію. Протекторна функція проявляється у механічному захисті епітелію від пошкоджуючої дії кормів та агресивних токсичних елементів. При різкій зміні годівлі з переходом від молока свиноматки до збалансованих гранульованих кормів у кишковому тракті поросят починає секретуватись більше слизи, що зменшує механічний вплив на поверхню епітелію, які впливають на структуру і функцію пристінкового шару можуть впливати і на транспорт речовин через цей шар. Саме в цьому процесі відіграють важливу роль келихоподібні екзокриноцити, які продукують муцин і виступають в ролі каналу секреції або екскреції деяких субстратів.

До складу слизу входять високомолекулярні глікопротеїди, які побудовані з декількох субодиниць асоційованих –S–S-зв'язками. Усі глікопротеїди слизу характеризуються високим вмістом вуглеводів і низьким вмістом білку, також включають ліпіди. Слиз в пристінковому шарі є в'язким, еластичним, нерозчинним у воді глікопротеїдним розчином з властивостями гелю. Особлива структура муцинових глікопротеїдів надає слизу високої сорбційної здатності. Наявність у молекулі значної кількості заряджених груп дозволяє розглядати слиз у якості сорбенту значної ємності. Взаємодія субстратів з структурними компонентами слизу може суттєво впливати на їх транспорт у пристінковому шарі та через епітелій в цілому. Слиз постійно відділяється з поверхні епітелію і його можна визначити у складі хімусу у вигляді потужних шарів, розміром до декількох десятків мкм. Утворення та синтез слизу відбувається у келихоподібних ендокриноцитах, які є

одноклітинними залозами, розсіяними в епітелії кишкових крипт та ворсинок. Розподіл келихоподібних клітин по кишковому тракту неоднорідне, їх щільність збільшується у дистальному напрямку. Отже, слиз має багатогранне біологічне значення, а саме: виконує механічний захист розміщених під ним живих тканин, володіє адсорбційними властивостями, що дозволяє недопустити мікробіоту до стерильного середовища апікальних частин ентероцитів, зв'язує соляну кислоту, адсорбує ензими, будучи собою своєрідним ДЕПО, що відіграє важливу роль у процесі травлення. Також сорбує деякі органічні сполуки, імунні комплекси та токсичні речовини, що утворюються в процесі життєдіяльності мікробіоти.

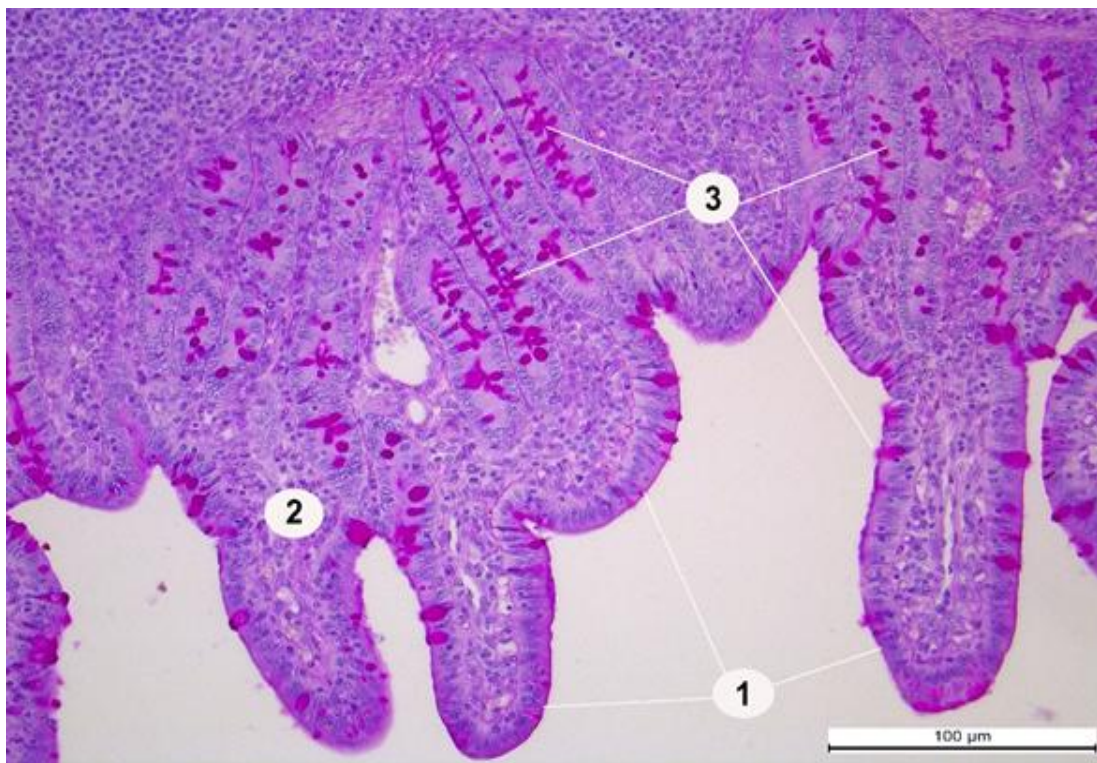
Келихоподібні клітини походять із плюрипотентних стовбурових клітин і отримали свою назву через візуальну їх схожість з келихом. Клітини мають вузьку основу та розширену апікальну частину, яка направлена до просвіту кишок. У звуженій частині келихоподібної клітини розміщується ядро, переважно овальної форми (рис. 15-18). Келихоподібні клітини, що утворюють поверхневий епітелій кишечника постійно оновлюються зі стовбурових клітин в основі крипт.



**Рис. 15.** Дванадцятипала кишка поросят (7 доба життя): ворсинки (1), власна пластинка слизової оболонки (2), келихоподібні клітини, заповнені муцином малинового кольору (3). PAS- реакція за Мак-Манусом. x 200



**Рис. 16.** Апікальна частина ворсинки дванадцятипалої кишки поросят (14 доба життя): щітчаста облямівка ентероцитів (1), келихоподібні клітини яскраво малинового кольору (2). PAS-реакція за Мак-Манусом. x 1000



**Рис. 17.** Порожня кишка поросят (14 доба життя): ворсинки (1), власна пластинка слизової оболонки (2), яскраво малинового кольору келихоподібні клітини (3). PAS-реакція за Мак-Манусом. x 200



**Рис. 18.** Фрагмент клубової кишки поросят (14 доба життя): яскраво малинового кольору келихоподібні клітини (1). PAS-реакція за Мак-Манусом. x 1000

Нормальна секреція та експресія муцинів дуже важливі для підтримки функції кишкового бар'єру: коли секреція кишкового муцину знижується, слизовий шар слизової оболонки кишечника стає тоншим і патогенні мікроорганізми можуть легко проходити через нього; по-друге, патогенні мікроорганізми, які конкурують із нормальною мікрофлорою на поверхні слизової оболонки кишечника за місця адгезії здатні руйнувати нормальний мікробний бар'єр; по-третє, патогенні мікроорганізми, такі як *Salmonella* та *Shigella*, можуть руйнувати механічний бар'єр слизової оболонки кишечника, індукуючи апоптоз епітеліальних клітин кишечника, а також порушувати розподіл білків між клітинами слизової оболонки кишечника. Крім того, зміна секреції та експресії муцинів може спричиняти запалення та пошкоджувати імунний бар'єр слизової оболонки кишечника.

## Література:

1. Campbell, J. M., Crenshaw, J. D., & Polo, J. (2013). The biological stress of early weaned piglets. *Journal of animal science and biotechnology*, 4(1), 19. Doi.:10.1186/2049-1891-4-19.
2. Choudhury, R., Middelkoop, A., de Souza, J. G., van 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(1), 4213. Doi.:10.1038/s41598-021-83756-2.
3. Conour, J. E., Ganessunker, D., Tappenden, K. A., Donovan, S. M., & Gaskins, H. R. (2002). Acidomucin goblet cell expansion induced by parenteral nutrition in the small intestine of piglets. *American journal of physiology. Gastrointestinal and liver physiology*, 283(5), G1185–G1196. Doi.:10.1152/ajpgi.00097.2002.
4. Eurell, J., & Frappier, B. L. (Eds.). (2013). *Dellmann's textbook of veterinary histology* (6th ed.). Wiley-Blackwell.
5. Kai Y. (2021). Intestinal villus structure contributes to even shedding of epithelial cells. *Biophysical journal*, 120(4), 699–710. Doi.:10.1016/j.bpj.2021.01.003.
6. Pluske J. R. (2013). Feed- and feed additives-related aspects of gut health and development in weanling pigs. *Journal of animal science and biotechnology*, 4(1), 1. Doi.:10.1186/2049-1891-4-1.
7. Prudyus, T. Y., Shchebentovska, O., Salyha, Y. T., & Vorobel, M. I. (2023). Morphological changes in the immune system organs of piglets fed with different feed additives. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(4), 687–694. Doi.:10.15421/022398.
8. Бонюк Н. В. (2024). Динаміка зміни кількості келихоподібних клітин у тонкому відділі кишечника поросят за згодовування кормової добавки «Глобіген Джамп Старт». *Матеріали ХХІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 75-річчю від дня народження доктора ветеринарних наук, професора, члена-кореспондента НААН Ростислава Федорука*. Львів, Біологія тварин, 2024, 26(3), 134.
9. Бонюк Н., Щебентовська О. (2024). Вплив кормової добавки «Глобіген Джамп Старт» на морфометричні показники слизової оболонки тонкої кишки поросят. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій*. Серія: Ветеринарні науки, 26 (115), 126–134. Doi.:10.32718/nvlvet11518.