Original researches

Age features of topography and number of intestinal endocrinocytes in domestic duck

D. S. Makhotina, M. M. Kushch, O. Ie. Zhygalova, I. A. Fesenko

Kharkiv State Zooveterinary Academy, Kharkiv, Ukraine

Received: 05 Novembr 2020

Revised: 27 Novembr 2020

Accepted: 14 December 2020

Kharkiv State Zooveterinary Academy,
Academic St., 1, Kharkiv region, 62341,
Ukraine

Tel.: +38-057-63-57-527

E-mail: makhotina.diana@gmail.com

Cite this article: Makhotina, D. S., Kushch, M. M., Zhygalova, O. Ie., & Fesenko, I. A. (2020). Age features of topography and number of intestinal endocrinocytes in domestic duck. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(4), 251–256. doi: 10.32819/2020.84036

Abstract. The aim of the study was to determine the features of the topography and the number of the total population of endocrinocytes and enterochromaffin cells in the intestines of ducks during the first year of the postnatal period of ontogenesis. The experiments were performed on domestic ducks (*Anas platyrhynchos domesticus*) of black white-breasted breed (n = 5) 9 groups: 1-, 3-, 7-, 14-, 21-days-old, 1-, 2-, 6-month-old and 1-year-old. Determination of the total population of endocrine cells (argyrophilic) and enterochromaffin (argentafrican) was performed on histological specimens made from cross-sections of the middle section of the duodenum, jejunum, ileum, cecum and rectum, stained by Masson and Grimelius. The endocrine cells of 1- and 3-days-old ducks had a «superficial» location due to insufficient formation of crypts and villi. In older birds, in the duodenum, jejunum, and ileum, both argyrophilic and argentafrican APUD cells were localized mainly in crypts, and in the cecum and rectum, they were also in the epithelial layer of the villi. During the entire observation period, the highest content of both argyrophilic and argentafrican endocrinocytes in all intestines were found in 21-days-old ducks. Already at 3-days-old age, the total number of endocrine cells in various intestines corresponded to those of an adult bird. The highest number of argyrophilic and argentafrican endocrinocytes was found in the ileum and cecum, less in the rectum and jejunum, and the smallest number was in the duodenum. Enterochromaffin cells are the most common type of endocrinocytes in the ducks' intestines, their relative content ranged from 40.1 to 97.5%. The highest relative content of argentafrican cells at 1-, 3- and 7-day-old was observed in the duodenum, at 14-day-old – in the duodenum and colon, at 21-day-old – in the rectum, at 1- and 2-month-old in jejunum, at the age of 6 month – in the duodenum, jejunum and caecum, and at the age of 1-year-old – in the ileum and cecum. In addition to argyrophilic endocrinocytes, which were located in the epithelium, other cells were found in the loose connective tissue of the villi base, the cytoplasm of which was also intensively impregnated with silver nitrate. Such cells were smaller and mostly oval in shape. Their cytoplasm was impregnated almost evenly around the nucleus and had no polarity in the location of the granules. Probably those were mast cells, which also contain bioamines, and, as well as enteroendocrinocytes, are found in the argyrophilic reaction.

Keywords: domestic ducks; intestines; postnatal period of ontogenesis; microscopic structure; enteroendocrine cells

Вікові особливості топографії і кількості ендокриноцитів кишечника свійської качки

Д. С. Махотіна, М. М. Куш, О. Є. Жигалова, І. А. Фесенко

Харківська державна зооветеринарна академія, Харків, Україна

Анотація. Визначено особливості топографії й кількості загальної популяції ендокриноцитів і ентерохромафінних клітин у кишечнику качок упродовж першого року постнатального періоду онтогенезу. Досліди виконано на свійських качках (*Anas platyrhynchos domesticus*) чорної білогрудкої породи (n = 5) 9 груп: 1-, 3-, 7-, 14-, 21-добового, 1-, 2-, 6-місячного та річного віку. Визначення кількості загальної популяції ендокринних клітин (аргірофільних) і ентерохромафінних (аргентафінних) виконували на гістологічних препаратах, виготовлених із поперечних зрізів середньої ділянки дванадцятипалої, порожньої, клубової, сліпих і прямої кишки, забарвлених за Массоном і Грімеліусом. У качок 1- і 3-добового віку через недостатню сформованість крипт і ворсинок ендокринні клітини мали «поверхневе» розташування. У старшої птиці в дванадцятипалій, порожній і клубовій кишках як аргірофільні, так і аргентафінні апудоцити локалізовані переважно в криптах, у сліпих і прямій – також і в епітеліальному шарі ворсинок. Упродовж усього періоду спостереження найбільший уміст як аргірофільних, так і аргентафінних ендокриноцитів в усіх кишках виявлено у качок 21-добового віку. Уже в 3-добовому віці загальна кількість ендокринних клітин у різних кишках відповідала показникам дорослої птиці. Найбільший вміст аргірофільних і аргентафінних ендокриноцитів виявлено у клубовій і сліпих кишках, менший – у прямій і порожній і найменший – у дванадцятипалій кишці. Ентерохромафінні клітини – найбільш поширений тип ендокриноцитів кишечника качок, їх відносний вміст серед загальної популяції ендокринних клітин становив від 40,1 до 97,5%. Найбільший відносний вміст аргентафінних клітин в 1-, 3- і 7-добовому віці спостерігали у дванадцятипалій кишці, 14-добовому віці – у дванадцятипалій і порожній кишках, 21-добовому – у прямій кишці, 1- і 2-місячному – у порожній кишці, у 6-місячному – у дванадцятипалій, порожній і сліпих кишках, в річному віці – у клубовій і сліпих кишках. Крім аргірофільних ендокриноцитів, які містились в епітелії, в пухкій сполучній тканині

основи ворсинок виявляли інші клітини, цитоплазма яких також інтенсивно імпрегнувалась нітратом срібла. Такі клітини мали менший розмір, переважно овальну форму. Їх цитоплазма імпрегнувалась майже рівномірно навколо ядра і полярності розташування гранул не мала. Ймовірно це тучні клітини, що також містять біоаміни і, як ентероендокриноцити, виявляються в аргірофільній реакції.

Ключові слова: качки; кишечник; постнатальний період онтогенезу; мікроскопічна будова; ентероендокринні клітини

Вступ

Ентероендокринна система, представлена ендокринними клітинами, що розташовані в епітеліальному шарі слизової оболонки кишечника, утворює найбільший ендокринний орган в організмі людини і тварин (Polak et al., 1976; Psichas et al., 2015; Latorre et al., 2016). Вона відіграє життєво важливу роль у регуляції травлення, але її складна робота залишається до кінця не ясною. Частково це можна пояснити невловимою природою популяції ентероендокринних клітин, які в сукупності становлять всього 1% усіх епітеліоцитів кишечника (Posovszky, 2017).

Ентероендокринна система завдяки своїм клітинам, що виконують функцію хеморецепторів і продуцентів сигнальних речовин, регулює реакцію організму на прийом корму, використовуючи пептидні гормони і біоаміни для точного налаштування широкого спектра фізіологічних реакцій як усередині кишечника, так і в інших органах (Gribble & Reimann, 2016). З іншого боку, моторика травного каналу являє собою важливий фактор стимуляції секреції гормонів кишечником (Wu et al., 2013). Недавні дослідження виявили безпосередні зв'язки між ентероендокринною і нервовою системами через аксоноподобні відростки ендокриноцитів, які утворюють чітко визначені нейроепітеліальні ланцюги зв'язку з кишковими нейронами для ініціювання відповідної функціональної реакції (Latorre et al., 2016; Liddle, 2019; Ameku et al., 2020; McCauley et al., 2020).

Ентероендокриноцити безпосередньо впливають на ефективність абсорбції поживних речовин. Ймовірно, що ентероендокринна система постає головним регулятором зв'язку апетиту, травлення і метаболізму (Honda et al., 2017; McCauley et al., 2020). Завдяки цим клітинам здійснюється зв'язок між мікробіомом кишечника і організмом господаря, регулюється його бар'єрна функція, відбувається взаємодія з імунними клітинами (Cani et al., 2013; Casanova et al., 2017; Plovier & Cani, 2017; Posovszky, 2017; Yu et al., 2020).

Найбільш поширений і важливий тип ендокриноцитів травного каналу – це ентерохромафінні клітини, що є спеціалізованими механосенсорними клітинами, які виділяють серотонін у відповідь на механічний вплив і тим самим регулюють скоротливу і секреторну функцію травного апарату, кількість спожитого корму (Donovan & Tecotti, 2013; Alcaïno et al., 2018). Біогенний амін серотонін (5-гідрокситриптамін – 5-HT) має дуже широкий спектр біологічної дії. В організмі він необхідний для процесів регуляції та сигналізації як у мозку, так і в органах вісцеральних систем, де постає важливим нейротрансмітером, гормоном і міжклітинним месенджером. Існує взаємозв'язок між мікрофлорою кишечника, ентеральною нервовою системою, деякими захворюваннями органів травного апарату та метаболізмом серотоніну (De Vadder et al., 2018; Stasi et al., 2019). Крім того, ці клітини являють собою основні продуценти екстрапінеального мелатоніну, який забезпечує локальний захист шлунково-кишкового тракту, оскільки є потужним акцептором вільних радикалів і ефективним протизапальним агентом (Pal et al., 2019).

Наразі імуногістохімічний метод – найбільш чутливий і точний спосіб виявлення гормонів і біоамінів, що синтезують ендокриноцити. У той же час, добре відомий гістохімічний методи виявлення ендокринних клітин із використанням солей Аргентуму як ефективний і дешевий, який у дослідженнях передреє більш дорогим імуногістохімічним. Завдяки методу

Грімеліуса виявляють аргірофільні клітини, що відповідають загальній популяції ендокриноцитів, а методу Массона – аргентафінні (ентерохромафінні, Ес-клітини), що визнані найбільш поширеним типом ендокринних клітин, які синтезують серотонін і мелатонін (Grimelius, 2004).

Отже, огляд літератури свідчить про велике значення ентероендокринної системи перш за все в регуляції процесів травлення, а також імунного захисту, стан клітин якої може бути біомаркером здоров'я кишечника (Gunawardene et al., 2011; Ducatelle et al., 2018). У той же час, видові і вікові особливості її мікроскопічної будови залишаються мало вивченими. Серед видів сільськогосподарської птиці найбільш досліджена ентероендокринна система свійської курки. Фрагментарний характер інформації щодо будови ентероендокринної популяції клітин кишечника свійської качки свідчить про недостатнє розроблення питань їх видової і вікової морфології, що й зумовило мету роботи.

Мета дослідження – визначити особливості топографії, кількості і будови ендокринних клітин кишечника качок упродовж першого року постнатального періоду онтогенезу.

Матеріал і методи досліджень

Для гістологічних досліджень відбирали шматочки із середньої ділянки дванадцятипалої, порожньої, клубової, сліпих і прямої кишок свійської качки (*Anas platyrhynchos domesticus*) чорної білогруді породи (n = 5) 9 груп: 1-, 3-, 7-, 14-, 21-добового, 1-, 2-, 6-місячного та річного віку. Птицю з добового віку утримували в пташнику Харківської державної зооветеринарної академії (м. Харків, Україна). Під час досліду качкам згодовували стандартний повнораціонний комбікорм згідно з ДСТУ 4120-2002, вони мали вільний доступ до води. Утримання птиці та маніпуляції з нею виконували відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для дослідницької та інших наукових цілей (Страсбург, 1986).

Шматочки матеріалу фіксували у 8%, а через добу – в 10% розчині нейтрального формаліну. Після зневоднення в спиртах матеріал заливали в парафін. Для виготовлення оглядових гістологічних препаратів парафінові зрізи забарвлювали гематоксиліном і еозинном, для виявлення усієї популяції ендокринних клітин (аргірофільних) – за Грімеліусом, аргентафінних – за Массоном.

Кількість ендокриноцитів визначали на поперечних зрізах кишок за допомогою окулярної сітки з наступним перерахунком на 1 мм² площі слизової оболонки. Для оцінювання вікових змін абсолютної кількості аргірофільних і аргентафінних ендокриноцитів у кишечнику качок їх завжди порівнювали з такими меншого віку. З метою порівняльного оцінювання популяцій ендокриноцитів в окремих кишках використовували такий параметр як середньовіковий показник (СВП), що являє собою середнє арифметичне усіх вікових значень кількості таких клітин у кожній кишці (Kushch, 2015). Оцінювання достовірності різниці морфометричних показників виконували за критерієм Стьюдента.

Результати

Аргірофільні ендокринні клітини, що відповідають майже всій популяції апудоцитів, добре помітні на світло-жовтому тлі інших структур слизової оболонки кишечника качок (рис. 1).

Рис. 1. Аргірофільні ендокриноцити в криптах порожньої кишки качок 6-місячного віку. Забарвлення за Грімеліусом із додатковим забарвленням метиленовим синім, $\times 100$:
1 – просвіт крипти; 2 – аргірофільні ендокриноцити

Рис. 2. Аргентафінні ендокриноцити в криптах клубової кишки качок 6-місячного віку. Забарвлення за Массоном, $\times 100$:
1 – просвіт крипти; 2 – аргентафінні ендокриноцити

Такі ендокриноцити розташовані серед інших клітин епітеліального шару слизової оболонки кишечника. Їх цитоплазма виявляється завдяки забарвленню гранул, що розташовані навколо ядра. Ендокриноцити мають переважно видовжену форму, вузький апікальний і широкий базальний полюс, який містить інтенсивно забарвлені в коричневий колір гранули секреторних включень. Велике світле ядро, що має округлу форму, займає центральну частину клітини або зміщене до її базального полюса.

Ендокриноцити розташовані переважно поодинокі серед інших клітин епітеліального шару і виявляються переважно на дні крипти, іноді – у ворсинках кишечника. Переважна їх більшість відокремлена від просвіту кишечника іншими епітеліальними клітинами, тобто належать до «закритого» типу. Іноді трапляються ендокриноцити, апікальний полюс яких не закритий іншими клітинами, отож належать до «відкритого типу».

Крім аргірофільних ендокриноцитів, у складі ворсинок зустрічаються інші клітини, цитоплазма яких також імпрегнується нітратом срібла. Такі клітини містяться не в епітелії, а в складі пухкої сполучної тканини «строми» ворсинок. Вони меншого розміру, ніж ендокринні, мають переважно овальну форму і відповідної форми невелике ядро. Якщо ендокринні клітини займають нижні «поверхи» слизової оболонки і розташовані переважно в криптах, то аргірофільні не ендокринні клітини виявляються на її верхніх «поверхах». Ймовірно, ці клітини є тучними, що та-

кож містять біоаміни, і, як і ендокриноцити епітелію кишечника, виявляються в аргірофільній реакції. Для ендокриноцитів характерна полярна диференціація розташування секреторних гранул, які містяться на їх базальному полюсі. Цитоплазма тучних клітин забарвлюється навколо ядра майже рівномірно і полярності розташування гранул не має.

Важливою особливістю ендокринних клітин постає відокремленість їх від просвіту кишечника іншими епітеліоцитами, тобто вони належать до «закритого» типу (рис. 2).

У качок добового віку найбільший вміст аргірофільних клітин виявлено в клубовій кишці, де їх кількість становила $30,26 \pm 1,37$ клітин на 1 мм^2 (табл. 1). В інших кишках їх вміст був меншим і становив від $10,76 \pm 0,41$ до $14,21 \pm 0,48$ клітин на 1 мм^2 .

У качок 3-добового віку вміст аргірофільних апудоцитів у кишечнику значно збільшився: в дванадцятипалій кишці на 66,6% ($P \leq 0,01$), порожній – на 140,4% ($P \leq 0,001$), клубовій – на 13,1%, сліпих – на 98,0% ($P \leq 0,001$), прямій – на 284,9% ($P \leq 0,001$).

Порівняно з попереднім, у кишечнику 7-добової птиці кількість аргірофільних апудоцитів також була більшою: у дванадцятипалій кишці – на 55,5% ($P \leq 0,01$), порожній – на 71,0% ($P \leq 0,001$), клубовій – на 90,5% ($P \leq 0,001$), сліпих – на 330,2% ($P \leq 0,001$), прямій – на 18,4% ($P \leq 0,05$).

У качок 14-добового віку вміст загальної популяції ендокриноцитів у дванадцятипалій і порожній кишках достовірної

Таблиця 1 – Кількість аргірофільних апудоцитів у кишечнику качок добового – річного віку, кл./мм², $M \pm m$, $n = 5$

Вік	Кишка				
	дванадцятипала	порожня	клубова	сліпі	пряма
1 доба	$12,45 \pm 0,58$	$10,76 \pm 0,41$	$30,26 \pm 1,37$	$11,23 \pm 0,67$	$14,21 \pm 0,48$
3 доби	$20,74 \pm 1,84^{**}$	$25,87 \pm 1,02^{***}$	$34,23 \pm 1,76$	$22,24 \pm 0,92^{***}$	$54,69 \pm 2,17^{***}$
7 діб	$32,26 \pm 2,82^{**}$	$44,23 \pm 2,30^{***}$	$65,21 \pm 3,57^{***}$	$95,68 \pm 4,93^{***}$	$64,74 \pm 2,85^*$
14 діб	$26,50 \pm 1,93$	$47,50 \pm 1,88$	$52,04 \pm 2,32^*$	$78,77 \pm 3,82^*$	$48,86 \pm 2,69^{**}$
21 доба	$38,52 \pm 2,68^{**}$	$68,13 \pm 2,47^{***}$	$85,32 \pm 4,85^{***}$	$97,48 \pm 4,08^*$	$76,95 \pm 4,86^{***}$
1 міс.	$20,11 \pm 1,42^{***}$	$31,07 \pm 0,63^{***}$	$77,72 \pm 2,94$	$73,20 \pm 3,57^{**}$	$42,51 \pm 2,93^{***}$
2 міс.	$16,45 \pm 0,95$	$23,45 \pm 0,47^{***}$	$37,23 \pm 1,88^{***}$	$33,79 \pm 1,34^{***}$	$21,74 \pm 1,24^{**}$
6 міс.	$23,77 \pm 1,74^{**}$	$30,48 \pm 1,03^{***}$	$28,47 \pm 1,46^{**}$	$31,44 \pm 2,17$	$28,07 \pm 1,22^{**}$
1 рік	$18,76 \pm 0,57^*$	$27,24 \pm 1,21$	$19,02 \pm 1,79^{**}$	$27,18 \pm 1,44$	$22,47 \pm 1,33^*$
СВП	$22,94 \pm 3,41$	$34,31 \pm 5,56$	$49,48 \pm 9,53^*$	$51,23 \pm 11,58^*$	$41,58 \pm 8,33$

Примітка: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ порівняно з показником попереднього віку; СВП – порівняно з показником дванадцятипалої кишки.

Таблиця 2 – Кількість аргірофільних апудоцитів у кишечнику качок добового – річного віку, кл./мм², М ± m, n = 5

Вік	Кишка				
	дванадцятипала	порожня	клубова	сліпі	пряма
1 доба	12,45 ± 0,58	10,76 ± 0,41	30,26 ± 1,37	11,23 ± 0,67	14,21 ± 0,48
3 доби	20,74 ± 1,84**	25,87 ± 1,02***	34,23 ± 1,76	22,24 ± 0,92***	54,69 ± 2,17***
7 діб	32,26 ± 2,82**	44,23 ± 2,30***	65,21 ± 3,57***	95,68 ± 4,93***	64,74 ± 2,85*
14 діб	26,50 ± 1,93	47,50 ± 1,88	52,04 ± 2,32*	78,77 ± 3,82*	48,86 ± 2,69**
21 доба	38,52 ± 2,68**	68,13 ± 2,47***	85,32 ± 4,85***	97,48 ± 4,08*	76,95 ± 4,86***
1 міс.	20,11 ± 1,42***	31,07 ± 0,63***	77,72 ± 2,94	73,20 ± 3,57**	42,51 ± 2,93***
2 міс.	16,45 ± 0,95	23,45 ± 0,47***	37,23 ± 1,88***	33,79 ± 1,34***	21,74 ± 1,24**
6 міс.	23,77 ± 1,74**	30,48 ± 1,03***	28,47 ± 1,46**	31,44 ± 2,17	28,07 ± 1,22**
1 рік	18,76 ± 0,57*	27,24 ± 1,21	19,02 ± 1,79**	27,18 ± 1,44	22,47 ± 1,33*
СВП	22,94 ± 3,41	34,31 ± 5,56	49,48 ± 9,53*	51,23 ± 11,58*	41,58 ± 8,33

Примітка: * – P ≤ 0,05; ** – P ≤ 0,01; *** – P ≤ 0,001 порівняно з показником попереднього віку; СВП – порівняно з показником дванадцятипалої кишки.

різниці з показниками птиці меншого віку не мав. У клубовій, сліпих і прямій кишках їх кількість була меншою відповідно на 20,2 (P ≤ 0,05); 17,7 (P ≤ 0,05) і 24,5% (P ≤ 0,01).

Порівняно з молодшою птицею, у 21-добових качок уміст апудоцитів у всіх кишках був достовірно більшим: у дванадцятипалій – на 45,4%, порожній – на 43,4%, клубовій – на 64,0%, сліпих – на 23,8% і прямій – на 57,5%.

У місячної птиці кількість аргірофільних клітин у всіх кишках була достовірно меншою: у дванадцятипалій – на 47,8%, порожній – на 54,4%, клубовій – на 11,7%, сліпих – на 23,8%, прямій – на 44,8%.

У качок 2-місячного віку, як і місячного, вміст загальної популяції ендокриноцитів в усіх кишках, крім дванадцятипалої, був достовірно меншим: у порожній – на 24,5%, клубовій – на 52,1%, сліпих – на 53,8% і прямій – на 48,9%.

У качок 6-місячного віку в дванадцятипалій, порожній і прямій кишках спостерігали достовірне збільшення кількості апудоцитів, відповідно на 44,5; 30,0 і 29,1%. У клубовій кишці їх вміст був меншим на 23,5% (P ≤ 0,01).

Порівняно з попереднім віком, у кишечнику качок річного віку вміст аргірофільних ендокриноцитів був меншим: у дванадцятипалій кишці на 21,1% (P ≤ 0,05), порожній – на 10,6%, клубовій – на 33,2% (P ≤ 0,01), сліпих – на 13,5% і прямій кишці – на 20,0% (P ≤ 0,05).

У качок добового віку найбільший вміст аргентафінних клітин, як і аргірофільних, виявлено в клубовій кишці, де їх кількість становила 19,18 ± 1,14 на 1 мм². В інших кишках їх уміст був меншим і становив від 5,28 ± 0,20 до 10,26 ± 0,54 клітин на 1 мм² (рис. 2, табл. 2).

Порівняно з добовими, у качок 3-добового віку кількість аргентафінних апудоцитів була достовірно більшою: у дванадцятипалій – на 72,0%, порожній – на 91,0%, клубовій – на 34,4%, сліпих – на 163,6% і прямій – на 196,2%.

У 7-добових качок кількість аргентафінних клітин також була достовірно більшою: у дванадцятипалій кишці – на 39,8%, порожній – на 96,7%, клубовій – на 13,8%, сліпих – на 205,9% і прямій – на 58,2%.

У птиці 14-добового віку вміст популяції аргентафінних апудоцитів був достовірно більшим такого у порожній і клубовій кишках, відповідно на 29,5 і 27,7%. У дванадцятипалій і прямій кишках їх кількість була достовірно меншою, відповідно на 19,7 і 19,0%.

Як і у випадку з аргірофільними ендокриноцитами, у качок 21-добового віку вміст Ес-клітин в усіх кишках був достовірно більшим, ніж у качок 14-добового віку: у дванадцятипалій кишці – на 20,5%, порожній – на 26,0%, клубовій – на 65,6%, сліпих – на 77,9% і прямій – на 109,6%.

Таблиця 3 – Відносна кількість аргентафінних апудоцитів у кишечнику качок добового – річного віку, %

Вік	Кишка				
	дванадцятипала	порожня	клубова	сліпі	пряма
1 доба	82,4	70,3	63,4	47,0	58,6
3 доби	85,1	55,8	75,3	62,6	45,1
7 діб	76,5	64,2	45,0	44,5	60,3
14 діб	74,8	77,4	72,1	47,6	64,7
21 доба	62,0	68,0	72,7	68,4	76,2
1 міс.	40,1	81,1	57,3	34,0	40,3
2 міс.	56,4	97,5	48,1	57,8	48,3
6 міс.	63,7	63,7	58,8	61,4	38,7
1 рік	61,5	57,4	67,4	67,4	64,2

Порівняно з попереднім віком, у качок місячного віку кількість ендокриноцитів у кишечнику зменшилась: у дванадцятипалій кишці на 66,3%, у порожній – на 45,6%, у клубовій – на 28,2%, у сліпих – на 62,7%, у прямій – на 74,2%.

У 2-місячної птиці кількість аргентафінних ендокриноцитів була достовірно меншою у клубовій, сліпих і прямій кишках, відповідно на 59,8; 21,5 і 38,7 %. У дванадцятипалій і порожній кишках їх уміст достовірно від такого показника качок меншого віку не відрізнявся.

У качок 6-місячного віку вміст клітин досліджуваної популяції ендокриноцитів у дванадцятипалій кишці був достовірно більшим на 63,1 %, у порожній – достовірно меншим на 15,1 %. В інших кишках така різниця не мала достовірного характеру.

Порівняно з попереднім віком, у кишечнику качок річного віку вміст аргентафінних ендокриноцитів був достовірно меншим у дванадцятипалій, порожній і клубовій кишках, відповідно на 23,8; 19,4 і 23,5 %. У прямій кишці їх уміст був достовірно більшим на 32,8 %, у сліпих достовірної різниці з показником меншого віку не мав.

Результати визначення відносного вмісту аргентафінних клітин серед загальної популяції ендокриноцитів кишечника наведено в таблиці 3.

Дані таблиці свідчать, що відносний вміст Ес-клітин у кишечнику качок значно коливався як упродовж постнатального періоду онтогенезу, так і в окремих кишках. Відносну кількість аргентафінних ендокриноцитів у дванадцятипалій кишці в усі вікові періоди визначали від 40,1 до 85,1%, з максимумом у 3-добовому і мінімумом у місячному віці, порожній кишці – від 57,4 до 97,5%, з максимумом у 2-місячному і мінімумом у 3-добовому віці; у клубовій кишці – від 45,0 до 75,3% з максимумом у 3-добовому віці і мінімумом у 7-добовому; у сліпих кишках – від 34,0 до 68,4% з максимумом у 21-добовому і мінімумом у місячному віці; у прямій кишці – від 38,7 до 76,2% з максимумом у 21-добовому і мінімумом у 6-місячному віці.

Обговорення

Отже, серед різних вікових груп птиці одностовового – однорічного віку найбільшу кількість ентероендокринних клітин виявлено у 21-добових качок. Уже з 3-добового віку загальна кількість аргірофільних ентероендокриноцитів у різних кишках качок не мала відмінностей від старшої птиці. Одержані нами дані частково узгоджуються з інформацією Ivanova (1995); Ivanova & Puzyrev (1996) стосовно того, що остаточних значень кількість клітин ендокринного апарату курчат сягає у 3–5-добовому віці.

За результатами визначення середньовікового показника (СВП) встановлено, що упродовж усього періоду спостереження найбільший вміст аргірофільних ендокриноцитів був у клубовій і сліпих кишках, менший – у прямій і порожній, а найменший – у дванадцятипалій кишці.

Аргентафінні клітини – найбільш численна група всієї ендокринної популяції, вони розташовані в епітеліальному шарі слизової оболонки кишечника качок переважно поодинокі. Про одиничний характер розташування ендокриноцитів в епітелії кишечника повідомляють Posovszky (2017) і Liddle (2018).

У качок 1- і 3-добового віку через недостатню сформованість крипт і ворсинок ендокринні клітини мали «поверхневе» розташування в складі епітеліального пласта, що узгоджується з відповідними даними Salvi & Renda (1986) стосовно особливостей розвитку ендокринних клітин у кишечнику курчат. У качок старшого віку ендокриноцити були розташовані глибше. У дванадцятипалій, порожній і клубовій кишках як аргірофільні, так і аргентафінні апудоцити локалізовані переважно в криптах, у сліпих і прямій – також і в епітеліальному шарі ворсинок. Про переважну локалізацію ентерохромафінних клітин переважно в криптах кишечника качок повідомляє Rutschke (1976).

Найбільший вміст аргентафінних ендокриноцитів, як і аргірофільних, виявлено в качок 21-добового віку. У 3-добових качок кількість таких клітин у різних кишках не мала відмінностей від птиці старшого віку. За результатами визначення СВП встановлено, що впродовж усього періоду спостереження найбільший вміст аргентафінних ендокриноцитів, як і аргірофільних, був у клубовій і сліпих кишках, менший – у прямій і порожній, і найменший – у дванадцятипалій кишці. Наші дані узгоджуються з інформацією Rutschke (1976) стосовно того, що кількість аргентафінних клітин у кишечнику качок із віком і в напрямку від дванадцятипалої до товстої кишки збільшується. Згідно з інформацією Sjölund et al. (1983), у кишечнику людини найбільший вміст аргентафінних ендокриноцитів був у дванадцятипалій кишці.

Одержані нами дані стосовно відносного вмісту аргентафінних ендокриноцитів узгоджуються з інформацією інших дослідників стосовно того, що цей тип клітин у кишечнику птахів, ссавців і людини в т. ч. присутній у всіх кишках і він найбільш численний (Sjölund et al., 1983; Salvia & Renda, 1986; Castaldo & Lucini, 1991; Gulmez et al., 2003). Цей факт відображає важливість серотоніну, а також мелатоніну, які вони виробляють, у здійсненні регуляторних функцій організму (Ivanova & Puzyrev, 1996; Alcaino et al., 2018; Pal et al., 2019).

Найбільший відносний вміст аргентафінних клітин серед популяції ендокриноцитів у 1-, 3- і 7-добовому віці спостерігали у дванадцятипалій кишці, у 14-добовому – у дванадцятипалій і порожній кишках, у 21-добовому – у прямій кишці, у 1- і 2-місячному – у порожній, у 6-місячному – у дванадцятипалій, порожній і сліпих кишках, у річному віці – у клубовій і сліпих кишках.

Висновки

1. Основною закономірністю динаміки кількості аргірофільних і аргентафінних ендокриноцитів кишечника качок було їх збільшення до 21-добового віку з наступним зменшенням у молодшій птиці.
2. Найбільша кількість аргірофільних клітин, що відповідає загальній популяції ендокринних клітин, у кишечнику качок виявляється з 3-добового до місячного віку.
3. Найбільший вміст аргентафінних апудоцитів у кишечнику характерний для качок від 7-добового до місячного віку.
4. Аргентафінні клітини – найбільш поширений тип ендокриноцитів кишечника качок, їх відносний вміст серед загальної популяції ендокринних клітин становив від 40,1 до 97,5%.

References

- Alcaino, C., Knutson, K. R., Treichel, A. J., Yildiz, G., Strega, P. R., Linden, D. R., Li, J. H., Leiter, A. B., Szurszewski, J. H., Farrugia, G., & Beyder, A. (2018). A population of gut epithelial enterochromaffin cells is mechanosensitive and requires Piezo2 to convert force into serotonin release. *PNAS*, 115(32), E7632–E7641.
- Ameiku, T., Beckwith, H., Blackie, L., & Miguel-Aliaga, I. (2020). Food, microbes, sex and old age: on the plasticity of gastrointestinal innervation. *Current Opinion in Neurobiology*, 62, 83–91.
- Cani, P. D., Everard, A., & Duparc, T. (2013). Gut microbiota, enteroendocrine functions and metabolism. *Current Opinion in Pharmacology*, 13(6), 935–940.
- Casanova-Martí, A., Serrano, J., Blay, M. T., Terra, X., Ardévol, A., & Pinet, M. (2017). Acute selective bioactivity of grape seed proanthocyanidins on enteroendocrine secretions in the gastrointestinal tract. *Food & Nutrition Research*, 61(1), 1321347.
- Castaldo L., & Lucini C. (1991). An immunohistochemical study on the endocrine cells in the gastrointestinal tract of domestic duck. *European Journal of Basic and Applied Histochemistry*, 35(2), 131–143.

- De Vadder, F., Grasset, E., Holm, L. M., Karsenty, G., Macpherson, A. J., Olofsson, L. E., & Bäckhed, F. (2018). Gut microbiota regulates maturation of the adult enteric nervous system via enteric serotonin networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6458–6463.
- Donovan, M. H., & Tecott, L. H. (2013). Serotonin and the regulation of mammalian energy balance. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 36.
- Ducatelle, R., Goossens, E., De Meyer, F., Eeckhaut, V., Antonissen, G., Haesebrouck, F., & Van Immerseel, F. (2018). Biomarkers for monitoring intestinal health in poultry: present status and future perspectives. *Veterinary Research*, 49(1).
- Gribble, F. M., & Reimann, F. (2016). Enteroendocrine cells: chemosensors in the intestinal epithelium. *Annual Review of Physiology*, 78, 277–299.
- Grmelius, L. (2004). Silver stains demonstrating neuroendocrine cells. *Biotechnic & Histochemistry*, 79(1), 37–44.
- Gulmez, N., Nazli, M., Aslan, S., & Liman, N. (2003). Immunolocalisation of serotonin, gastrin, somatostatin and glucagon in entero-endocrine cells of the goose (*Anser anser*). *Acta Veterinaria Hungarica*, 51(4), 439–449.
- Gunawardene, A. R., Corfe, B. M., & Staton, C. A. (2011). Classification and functions of enteroendocrine cells of the lower gastrointestinal tract. *International Journal of Experimental Pathology*, 92(4), 219–231.
- Honda, K., Saneyasu, T., & Kamisoyama, H. (2017). Gut hormones and regulation of food intake in birds. *The Journal of Poultry Science*, 54(2), 103–110.
- Ivanova, O. V. (1995). The histotopography of the endocrinocytes in the rectal epithelium of hens in ontogeny. *Morfologiya*. 108(1) 76–78 (in Russian).
- Ivanova, O. V., & Puzyrev, A. A. (1996). The cytogenesis and differentiation of the epithelial endocrinocytes of the large intestine in hens and rats in ontogeny. *Morfologiya*, 110(6), 106–111 (in Russian).
- Kushch, M. M. (2015). Osoblyvosti mikroskopichnoi budovy kyshkivnyka husei. *Naukovyi visnyk Ivivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny i biotekhnologii imeni S.Z. Gzhitskoho*, 17(3, 63), 75–83 (in Ukrainian).
- Latorre, R., Sternini, C., De Giorgio, R., & Greenwood-Van Meerveld, B. (2016). Enteroendocrine cells: a review of their role in brain-gut communication. *Journal of Neurogastroenterology and Motility*, 28(5), 620–630.
- Liddle, R. A. (2018). Interactions of gut endocrine cells with epithelium and neurons. *Comprehensive Physiology*, 8(3), 1019–1030.
- Liddle, R. A. (2019). *Neuropods. Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology*, 7(4), 739–747.
- McCauley, H. A. (2020). Enteroendocrine regulation of nutrient absorption. *Journal of Nutrition*, 150(1), 10–21.
- McCauley, H. A., Matthis, A. L., Enriquez, J. R., Nichol, J. T., Sanchez, J. G., Stone, W. J., Sundaram, N., Helmrath, M. A., Montrose, M. H., Aihara, E., & Wells, J. M. (2020). Enteroendocrine cells couple nutrient sensing to nutrient absorption by regulating ion transport. *Nature Communications*, 11(1), 4791.
- Pal, P. K., Sarkar, S., Chattopadhyay, A., Tan, D. X., & Bandyopadhyay, D. (2019). Enterochromaffin cells as the source of melatonin: key findings and functional relevance in mammals. *Melatonin Research*, 2(4), 61–82.
- Plovier, H., & Cani, P. D. (2017). Enteroendocrine cells: metabolic alays between microbes and their host. *Endocrine development*, 32, 139–164.
- Polak, J. M., Bloom, S. R., & Pearse, A. G. (1976). Gut endocrinology: correlation of physiology and morphology. *Clinical Endocrinology*, 5, 205–216.
- Posovszky, C. (2017). Development and anatomy of the enteroendocrine system in humans. *Endocrine development*, 32, 20–37.
- Psichas, A., Reimann, F., & Gribble, F. M. (2015). Gut chemosensing mechanisms. *European Journal of Clinical Investigation*, 125(3), 908–917.
- Rutschke, E. (1976). Occurrence and frequency of enterochromaffin cells in the intestine of birds. *Comparative Study. Z Mikrosk Anat Forsch*, 90(2), 284–289.
- Salvi, E., & Renda, T. (1986). Immunohistochemical studies on the ontogenesis of some endocrine cells in the chicken antrum and duodenum. *Basic and applied histochemistry*, 30(3), 307–316.
- Sjölund, K., Sandén, G., Håkanson, R., & Sundler, F. (1983). Endocrine cells in human intestine: an immunocytochemical study. *Gastroenterology*, 85(5), 1120–1130.
- Stasi, C., Sadalla, S., & Milani, S. (2019). The relationship between the serotonin metabolism, gut-microbiota and the gut-brain axis. *Current Drug Metabolism*, 20(8), 646–655.
- Wu, T., Rayner, C. K., Young, R. L., & Horowitz, M. (2013). Gut motility and enteroendocrine secretion. *Current Opinion in Pharmacology*, 13(6), 928–934.
- Yu, Y., Yang, W, Li, Y., & Cong Y. (2020). Enteroendocrine cells: sensing gut microbiota and regulating inflammatory bowel diseases. *Inflammatory Bowel Diseases*, 26(1), 11–20.