

**ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИНИН ЖАРЧЫСЫ. АЙЫЛ ЧАРБА:  
АГРОНОМИЯ, ВЕТЕРИНАРИЯ ЖАНА ЗООТЕХНИЯ**

ВЕСТНИК ОШКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО:  
АГРОНОМИЯ, ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

JOURNAL OF OSH STATE UNIVERSITY. AGRICULTURE: AGRONOMY, VETERINARY AND  
ZOOTECHNICS

**e-ISSN: 1694-8696**

№3(8)/2024, 38-46

**ВЕТЕРИНАРИЯ**

УДК: 619 : 636.52/.58 : 636.087.8 : 611.341

DOI: [10.52754/16948696\\_2024\\_3\(8\)\\_5](https://doi.org/10.52754/16948696_2024_3(8)_5)

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТЕНКЕ  
ТОЩЕЙ КИШКИ БРОЙЛЕРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ЭНТЕРОСОРБЕНТА СО  
СТАТОВЫМ РАЦИОНОМ**

БРОЙЛЕРЛЕРДИН ЭНТЕРОСБЕНТ СТАТТЫК РАЦИОН МЕНЕН ТОЮТТАНДЫРУУДА  
ИЧКЕ ИЧЕГИНИН ДУБАЛДАРЫНДА МОРФОМЕТРИКАЛЫК ЖАНА  
ГИСТОХИМИЯЛЫК ӨЗГӨРҮҮЛӨР

MORPHOMETRIC AND HISTOCHEMICAL CHANGES IN THE WALL OF THE JEJUNUM  
OF BROILERS WHEN FEEDING ENTEROSORBENT WITH A STATIC DIET

**Просекова Елена Александровна**

*Просекова Елена Александровна*

*Prosekova Elena Alexandrovna*

**к.б.н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева**

*б.и.к., К.А. Тимирязев ат. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА*

*candidate of biological sciences, Russian state agrarian university – МТАА*

[proseka2004@yandex.ru](mailto:proseka2004@yandex.ru)

---

**Черепанова Надежда Геннадьевна**

*Черепанова Надежда Геннадьевна*

*Cherepanova Nadezhda Gennadiyevna*

**ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева**

*К.А. Тимирязев ат. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА*

*Russian state agrarian university – МТАА*

[ncherepanova@rambler.ru](mailto:ncherepanova@rambler.ru)

---

**Серякова Александра Андреевна**

*Серякова Александра Андреевна*

*Seryakova Alexandra Andreevna*

**к.б.н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева**

*б.и.к., К.А. Тимирязев ат. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА*

*candidate of biological sciences, Russian state agrarian university – МТАА*

[alseryakova@mail.ru](mailto:alseryakova@mail.ru)

---

**Кубатбеков Турсумбай Сатымбаевич**

*Кубатбеков Турсумбай Сатымбаевич*

*Kubatbekov Tursumbai Satymbaevich*

**д.б.н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева**

*б.и.д., К.А. Тимирязев ат. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА*

*doctor of biological sciences, Russian state agrarian university – МТАА*

[alseryakova@mail.ru](mailto:alseryakova@mail.ru)

---

**Баранович Евгения Сергеевна**

*Баранович Евгения Сергеевна*

*Baranovich Evgeniya Sergeevna*

**к.в.н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева**

*в.и.к., К.А. Тимирязев ат. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА*

*candidate of veterinary sciences, Russian state agrarian university – МТАА*

[baranovich-evgeniya@mail.ru](mailto:baranovich-evgeniya@mail.ru)

---

**Абдурасулов Абдугани Холмурзаевич**

*Абдурасулов Абдугани Холмурзаевич*

*Abdurasulov Abdugani Kholmurzaevich*

**д.с.х.н., профессор, Ошский государственный университет**

*а.ч.и.д., профессор, Ош мамлекеттик университети*

*doctor of agricultural sciences, professor, Osh state university*

[aabdurasulov@ohsu.kg](mailto:aabdurasulov@ohsu.kg)

ORCID: 0000-0003-3714-6102

---

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТЕНКЕ ТОЩЕЙ КИШКИ БРОЙЛЕРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ЭНТЕРОСОРБЕНТА СО СТАТОВЫМ РАЦИОНОМ

### Аннотация

Из суточных бройлеров кросса «Конкурент» было сформировано 2 группы. Контрольная группа получала основной рацион. Опытная группа в течение первых 3 дней с основным рационом получала энтеросорбент Энтеросгель (0,008%). Гистологические исследования проводили в суточном, 4- и 49-дневном возрасте. Бокаловидные клетки (БК) с нейтральным секретом выявляли с помощью ШИК-реакции, с кислым – альциановым синим. Подсчитывали количество БК в поле зрения и определяли плотность расположения БК на площади 1000 мкм<sup>2</sup>. Также измеряли величину слоя ворсинок и крипт. В 4 дневном возрасте снижалась величина слоя ворсинок на 14,2% ( $P \leq 0,05$ ) и крипт на 25,7%. В ворсинках увеличивается плотность БК с кислым секретом на 71,8% ( $P \leq 0,001$ ), а в криптах увеличивается плотность БК с нейтральным и кислым секретом на 83,8% ( $P \leq 0,001$ ) и 80,0% ( $P \leq 0,001$ ) соответственно. В конце эксперимента разницы по величине слоев слизистой оболочки нет, плотность БК с нейтральным секретом в опытной группе снижалась на 33,4% и 33,5% с высокой достоверностью, а количество БК с кислым секретом в опытных группах увеличивалось в ворсинках и криптах на 13,5% ( $P \leq 0,05$ ) и 22,3% ( $P \leq 0,01$ ).

**Ключевые слова:** Птицеводство, бройлеры, кормление, кишечник, слизистая оболочка, бокаловидные клетки, сорбенты, энтеросгель.

*Бройлерлердин энтеросорбент статтык рацион менен тамактандырууда ичке ичегинин дубалдарында морфометрикалык жана гистохимиялык өзгөрүүлөр*

*Morphometric and histochemical changes in the wall of the jejunum of broilers when feeding enterosorbent with a static diet*

### Аннотация

«Атаандаш» кроссундагы суткалык бройлерлерден эки топ түзүлдү. Контролдук топ базалдык диетаны кабыл алды. Алгачкы 3 күндүн ичинде эксперименталдык топ негизги диета менен энтеросорбент Enterogel (0,008%) кабыл алды. Гистологиялык изилдөөлөр бир күн, 4 жана 49 күн болгон. Нейтралдуу секрециялары бар бокал клеткалары (ГК) PAS реакциясынын жардамы менен, ал эми кислоталуу секрециялуулар Alcian көгүнүн жардамы менен аныкталган. Көрүү чөйрөсүндөгү ВС саны саналып, 1000 мкм<sup>2</sup> аянтта ВС тыгыздыгы аныкталган. Вилли жана крипттердин катмарынын өлчөмү да ченелген. 4 күндүк куракта виллдүү катмардын өлчөмү 14,2% ( $P \leq 0,05$ ) жана крипттер 25,7% азайган. Виллиде кычкыл секрециялуу ВС тыгыздыгы 71,8% ( $P \leq 0,001$ ), ал эми крипттерде нейтралдуу жана кислота секрециялуу ВС тыгыздыгы 83,8% ( $P \leq 0,001$ ) жана 80,0% ( $P \leq 0,001$ ) көбөйт. ) тиешелүүлүгүнө жараша. Эксперименттин аягында былжыр челдин катмарларынын өлчөмдөрүндө эч кандай айырма жок, нейтралдуу секрециялуу ВС тыгыздыгы эксперименталдык топто 33,4% жана жогорку ишенимдүүлүк менен 33,5% азайган, ал эми ВС саны эксперименталдык топтордо кислота секрециясы 13,5% ( $P \leq 0,05$ ) жана 22,3% ( $P \leq 0,01$ ) га вилли жана крипттерде көбөйгөн.

**Ачык сөздөр:** Канаттуулар чарбасы, бройлерлер, тоюттандыруу, ичеги, былжыр чел, бокал клеткалары, сорбенттер, энтеросгель.

### Abstract

2 groups were formed from the daily broilers of the Competitor cross. The control group received the basic diet. The experimental group received enterosorbent Enterogel (0.008%) during the first 3 days with the basic diet. Histological studies were performed at the age of 24, 4 and 49 days. Neutral goblet cells (GC) were detected using the PAS reaction, acidic GC – alcyan blue. The number of GC in the field of view was calculated and the density of the GC location on an area of 1000 microns was determined. The size of the villi and crypt layer was also measured. At 4 days of age, the value of the villi layer decreased by 14.2% ( $P < 0.05$ ) and crypts by 25.7%. In villi, the density of acidic GC increases by 71.8% ( $P \leq 0.001$ ), and in crypts, the density of neutral GC increases by 83.8% ( $P \leq 0.001$ ) and 80.0% ( $P \leq 0.001$ ), respectively. At the end of the experiment, there was no difference in the size of the mucous membrane layers, the density of neutral GC in the experimental group decreased by 33.4% and 33.5% with high confidence, and the amount of acidic GC in the experimental groups increased in villi and crypts by 13.5% ( $P < 0.05$ ) and 22.3% ( $P < 0.01$ ).

**Keywords:** Poultry farming, broilers, feeding, intestines, mucous membrane, goblet cells, sorbents, enterogel.

## **Введение**

Интенсификация птицеводства является одной из причин производственного стресса, что негативно сказывается на продуктивности птицы. Для уменьшения влияния этого стресса в кормлении используется различные добавки, такие как про- и пребиотики, ферментные препараты, гуминовые вещества [1]. Одним из направлений улучшения состояния желудочно-кишечного тракта является применение в качестве кормовых добавок энтеросорбентов. В качестве энтеросорбентов могут использоваться полимерные и кремнийсодержащие смолы, древесные и неорганические угли. Эти соединения обладают пористой структурой, химически инертны, не перевариваются в желудочно-кишечном тракте. Благодаря этим свойствам энтеросорбенты могут связывать и переносить на своей поверхности эндо и экзотоксины, тяжелые металлы, радионуклиды и другие вещества. Таким образом, происходит детоксикация организма, что положительно влияет на обменные процессы и может влиять на продуктивные показатели птицы.

В медицине и ветеринарии накопился положительный опыт применения сорбентов для профилактики и лечения острых кишечных инфекций [2, 3]. Некоторые исследования демонстрируют высокую способность энтеросгеля адсорбировать бактериальные токсины, ассоциируемые с инфекциями желудочно-кишечного тракта [4].

Обычно энтеросорбенты не избирательны в адсорбции, но некоторые исследования показывают, что адсорбционная активность разных сорбентов может быть различна в зависимости от молекулярной массы растворенных веществ. Например, при использовании энтеросгеля наблюдается увеличение сорбционной способности при увеличении молекулярной массы адсорбируемых веществ. Он больше взаимодействует с высокомолекулярными соединениями, такими как белки, в то время как углеродные сорбенты обладают высоким сродством к средне- и низкомолекулярным веществам [5].

Энтеросгель является кремнийорганическим соединением и представлен гидрогелем метил кремниевой кислоты. Он состоит из микроглобул, которые формируют пористую структуру, удерживающую молекулы воды, и представляет собой аморфный и нерастворимый в воде гидрогель [6].

Энтеросорбенты осуществляют свое действие в пищеварительном тракте. Ранее проведенные исследования микроструктурных изменений двенадцатиперстной кишки под влиянием энтеросорбента «энтеросгель» показали достаточно неоднозначную картину [7]. Применении энтеросгеля вызвало уменьшение количества бокаловидных клеток. Тощая кишка, следующая за двенадцатиперстной, является самым длинным отделом кишечника, в ней происходят основные процессы расщепления нутриентов и всасывания веществ, поэтому исследование структуры этого отдела поможет лучше понять механизмы действия данных добавок на организм птицы. При исследовании кормовых добавок особый интерес представляет изучение слизи и бокаловидных клеток, которые ее производят.

Слизь в кишечнике в первую очередь защищает поверхность органа от механических, физических и химических воздействий. Поэтому при раздражающем действии компонентов химуса увеличивается секреция слизи путем усиления экспрессии гена муцина медиаторами воспаления – цитокинами [8]. Кроме механической защиты слизистой слизь, участвуя в организации структуры химуса, принимает непосредственное участие в полостном пищеварении [9]. В ряде работ отмечена важная роль слизи в механизме неспецифической резистентности, так нарушение слоя слизи приводит к повышению проницаемости эпителия и усилению адгезии патогенных микроорганизмов на поверхности кишки [10].

У птиц единственным источником слизи в кишечнике является секрет бокаловидных клеток, которые располагаются в пласте эпителия и являются простыми одноклеточными железами. На их секрецию могут влиять различные факторы, такие как пробиотики, кормовые добавки, гормоны, токсины, бактерии [11]. Эти добавки могут изменять синтез основного типа муцина бокаловидных клеток через транскрипцию гена MUC2 [12].

Количество бокаловидных клеток на протяжении кишечной трубки изменяется в сторону увеличения плотности расположения в каудальном направлении [13]. В онтогенезе наблюдается увеличение количества бокаловидных клеток в начальном отделе тонкого кишечника [14]. Кроме того, наблюдается изменение качественного состава муцинов в процессе роста и формирования структур слизистой. У цыплят сначала появляются клетки с кислым секретом, но к 7 дневному возрасту начинает возрастать количество клеток с нейтральным секретом и их соотношение уравнивается [13]. Такая же динамика увеличения ШИК-положительных муцинов с возрастом отмечена и другими исследователями [7].

Так как бокаловидные клетки имеют короткий жизненный цикл, всего 2-3 дня [15;16], влияние различных факторов на них быстро приводит к изменениям количества бокаловидных клеток и качественного состава слизи и может показывать степень влияния добавок на морфологические структуры кишечной трубки.

### **Материал и методы исследования**

Опыт был проведен в условиях Учебно-производственного птичника РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на бройлерах кросса «Конкурент». Суточных бройлеров методом пар-аналогов по живой массе разделили на контрольную и опытную группы численностью по 50 голов. Птица содержалась на глубокой подстилке. Контрольная группа получала основной рацион, опытная группа в первые трое суток с основным рационом получала энтеросорбент Энтеросгель (0,008%), затем до окончания эксперимента все группы получали основной рацион. Для гистологических исследований отбирали по три головы бройлеров из числа средних по массе в суточном возрасте (до начала кормления), в 4-дневном возрасте (после завершения скормливания препарата и перед переходом на основной рацион) и в конце эксперимента в 49 дней. У птиц отбирались кусочки из середины тощей кишки. Фиксацию, уплотнение в парафин проводили по стандартным методикам. Гистосрезы окрашивали гематоксилин-эозином, реактивом Шиффа-йодной кислотой, альциановым синим с докраской нейтральным красным. С помощью окулярной линейки измеряли величину слоев, БК подсчитывали при увеличении в 600 раз и делали перерасчет плотности на площади 10000 мкм<sup>2</sup>. Данные обрабатывали статистически.

### **Результаты исследований и обсуждение**

В тощей кишке суточного бройлера толщина слоя ворсинок составляет 313 мкм, а крипт – 41 мкм (табл. 1). БК независимо от секрета распределяются с большей плотностью в криптах и с меньшей – в ворсинках. В ворсинках преобладают нейтральные клетки, а в криптах – кислые. БК ворсинок и крипт, независимо от секрета крупной округлой формы. Окрашивание нейтральных БК интенсивнее в ворсинках и слабее в криптах. Окрашивание БК с кислым секретом одинаково. Щеточная каемка воспринимает окрашивание ШИК-реакцией. Вероятно, в ней распространяются нейтральные муцины, а кислые направляются в просвет кишки.

К 4 суточному возрасту ворсинки увеличиваются в 1,75 раз в контрольной группе и в 1,5 в опытной, а крипты в 2,6 и 1,9 раз соответственно. Плотность БК с нейтральным секретом возрастает во всех группах: в ворсинках показатель был одинаковым для опыта и

контроля, а в криптах бройлеров опытной группы превосходство по этому показателю составило 83,8% ( $P \leq 0,001$ ). Плотность БК с кислым секретом в контрольной группе снизилась к возрасту 4 суток, а в опытной – возросла, превосходство по величине этого показателя составило 71,8% ( $P \leq 0,001$ ) и 80,0% ( $P \leq 0,001$ ) для ворсинок и крипт соответственно. То есть при снижении величины слоя ворсинок в опытной группе происходит увеличение плотности бокаловидных клеток, особенно с кислым секретом.

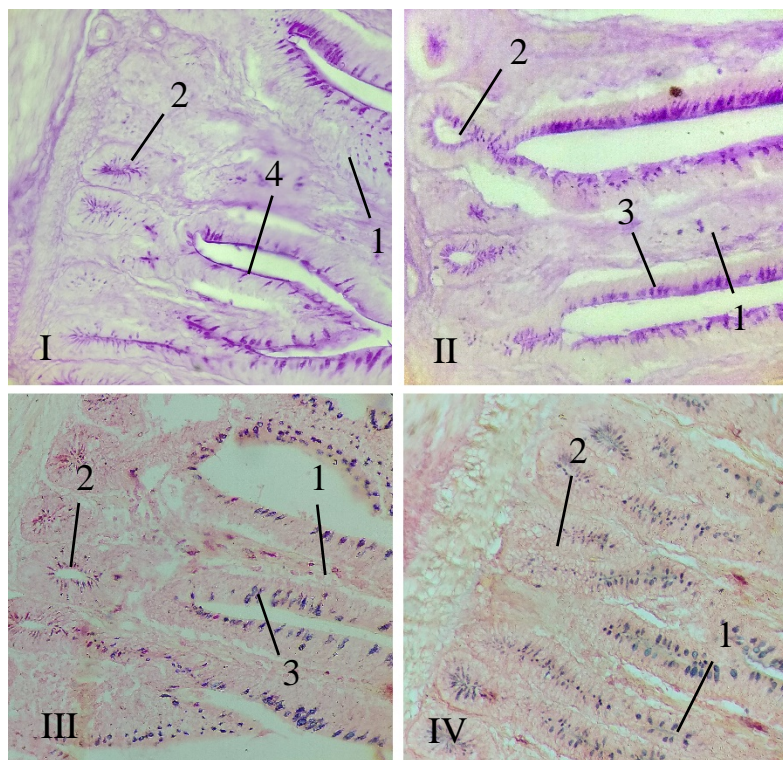
К 4-дневному возрасту несколько меняется гистологическая картина БК: в криптах они становятся мелкими, также снижается интенсивность их окрашивания. Вероятно, это связано с началом поступления корма в тощую кишку. Щеточная каемка как и в суточном возрасте окрашена реактивом Шиффа-йодной кислотой.

К 49 дневному возрасту у бройлера контрольной группы возрастает плотность БК с нейтральным секретом в криптах, а с кислым – во всех участках слизистой оболочки. В опытной группе по сравнению с 4-суточным возрастом плотность БК снижается независимо от секрета. Также и по сравнению с 49-дневными бройлерами контрольной группы плотность нейтральных БК достоверно ниже, а кислых – выше в ворсинках и криптах тощей кишки.

На срезах 49-дневных бройлеров БК ворсинок крупные, вытянутые или округлые, ярко окрашены, а в криптах они меньше размером, вытянутые и слабее окрашены. Щеточная каемка содержит нейтральные муцины.

**Таблица 1.** Плотность расположения бокаловидных клеток тощей кишки, шт/10000мкм<sup>2</sup>

Группа	Нейтральный секрет		Кислый секрет		Толщина слоя, мкм	
	Ворсинки	Крипты	Ворсинки	Крипты	Ворсинки	Крипты
1 день						
Начало опыта	12,9 ± 0,62	15,3 ± 1,49	9,9 ± 0,42	23,2 ± 1,49	313 ± 6,0	41 ± 1,2
4 дня						
Контроль	16,0 ± 0,5	21,0 ± 0,81	7,8 ± 0,44	15,9 ± 0,77	549 ± 11,0	105 ± 3,8
Энтеросгель	15,52 ± 0,59	38,59*** ± 1,85	13,4*** ± 0,73	28,61*** ± 2,25	471* ± 9,0	78 ± 2,3
49 дней						
Контроль	15,9 ± 0,33	34,2 ± 0,70	11,1 ± 0,40	18,0 ± 0,98	1532 ± 25,1	128 ± 2,9
Энтеросгель	10,58*** ± 0,39	22,74*** ± 0,80	12,6* ± 0,54	22,01** ± 0,77	1472 ± 53,5	133 ± 5,8



**Рисунок 1.** Гистохимическая картина тощей кишки цыплят, возраст 49 дней, увеличение в 400 раз: I – контрольная группа (ШИК-реакция), II – опытная группа (ШИК-реакция); III – контрольная группа (окраска альциановым синим), IV – опытная группа (окраска альциановым синим); 1 – ворсинки; 2 – крипты; 3 – бокаловидные клетки; 4 – щеточная каемка.

Энтеросорбент Энтеросгель во время скармливания оказал влияние на слизистую оболочку тощей кишки, что выразилось в снижении высоты ворсинок и глубины крипт. Одновременно с этим увеличивалась плотность БК, особенно с кислым секретом. Предыдущие исследования на нейтральных БК двенадцатиперстной кишки показали, что при увеличении высоты ворсинок произошло снижение плотности БК как в ворсинках, так и в криптах [7]. То есть на протяжении тонкого отдела кишечника в начальном и среднем участках наблюдается разная реакция слизистой оболочки на введение препарата. Это может быть связано с тем, что по мере продвижения энтеросорбента по пищеварительной трубке его возможность к абсорбции снижается. Также мы видим компенсаторную реакцию со стороны организма – при увеличении слизистой снижается плотность БК, а при снижении – наоборот увеличивается, что дает возможность выработки постоянного количества муцинов в кишечнике. Но при этом происходит сдвиг в кислую сторону.

Предыдущие исследования на двенадцатиперстной кишке показали, что в конце эксперимента, как и в начале, ее слои были лучше развиты в опытной группе [7], а в тощей в 49-дневном возрасте достоверной разницы по величине слоев слизистой оболочки между контрольной и опытными группами не было. Количество БК с нейтральным секретом у опытной птицы было ниже, чем у контрольной, что соответствует данным по двенадцатиперстной кишке [7]. Но, в тощей кишке у опытных групп, вероятно, усиливается выработка кислых муцинов. Действие сорбента на БК с кислым секретом подобно действию пробиотика (повышение плотности БК с кислым секретом в криптах тощей кишки [11]). На БК с нейтральным секретом пробиотик и сорбент действуют по разному (пробиотик повышает плотность БК [11]). Энтеросгель оказал разное действие в начале и середине тонкого кишечника на величину слоев и плотность БК [7].

## Заключение

Во время скормливания энтеросорбент оказал влияние на плотность БК в тощей кишке: БК с нейтральным секретом было больше в криптах, а с кислым – во всей слизистой. В конце эксперимента снижется плотность БК с нейтральным секретом и повышается – с кислым.

## Литература

1. Гистологическое строение органов пищеварения бройлеров при использовании комплекса биодобавок / Н.Г. Черепанова, В. П. Панов, А. Э. Семак [и др.] // Зоотехния. – 2020. – № 1. – С. 21-24. – DOI 10.25708/ZT.2019.94.92.009.
2. Efficiency and safety of siliceous enterosorbents in the therapy of *Helicobacter pylori*-associated diseases of the upper gastrointestinal tract / E. Tkachenko, E. B. Avalueva, E. V. Skazyvaeva [et al.] // *Minerva Gastroenterologica e Dietologica*. – 2016. – Vol. 62, No. 3 S1. – P. 1-5.
3. Гусейнов М.М. Энтеросорбция при острых кишечных инфекциях молодняка крупного рогатого скота // *Ветеринарная медицина*. – 2012. – №3-4. – С. 70-71.
4. Investigation of the adsorption capacity of the enterosorbent Enterogel for a range of bacterial toxins, bile acids and pharmaceutical drugs / C.A. Howell, S.V. Mikhalovsky, E.N. Markaryan [et al.] // *Sci Rep* 9, 5629 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42176-z>
5. Markelov D.A., Nitsak O.V., Gerashchenko I.I. Comparative Study of the Adsorption Activity of Medicinal Sorbents. *Pharm Chem J* 42, 405–408 (2008). <https://doi.org/10.1007/s11094-008-0138-2>
6. Comparative characterization of polymethylsiloxane hydrogel and silylated fumed silica and silica gel / VM Gun'ko, VV Turov, VI Zarko, [et al.] // *Journal of colloid and interface science*. – 2007. – Т. 308. – №. 1. – С. 142-156. doi:10.1016/j.jcis.2006.12.053
7. Развитие бокаловидных клеток двенадцатиперстной кишки бройлеров при скормливании энтеросорбента со стартовым рационом / Е. А. Просекова, Н. Г. Черепанова, Е. В. Панина [и др.] // *Вестник Ошского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния*. – 2023. – № 2. – С. 122-127. – DOI 10.52754/16948696\_2023\_2\_16.
8. Thai P, Loukoianov A, Wachi S, Wu R. Regulation of airway mucin gene expression. *Annu Rev Physiol*. 2008;70:405-29. DOI: 10.1146/annurev.physiol.70.113006.100441
9. Полякова Е. П. Метод изучения полостного пищеварения / Е. П. Полякова, Д. А. Ксенофонтов, А. А. Иванов // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. – 2016. – № 12(136). – С. 110-114.
10. Kim YS, Ho SB. Intestinal goblet cells and mucins in health and disease: recent insights and progress. *CurrGastroenterol Rep*. 2010 Oct;12(5):319-30. DOI: 10.1007/s11894-010-0131-2.
11. Development of goblet intestinal cells of broilers in case of introducing *Bacillus subtilis* spores into the diet / Е. А. Prosekova, V. P. Panov, А. Е. Semak [et al.] // – 2022. – Vol. 12, No. 3. – P. 333-338. DOI 10.31407/ijees12.341.
12. Andrianifahanana M, Moniaux N, Batra SK. Regulation of mucin expression: mechanistic aspects and implications for cancer and inflammatory diseases. *Biochim Biophys Acta*. 2006 Apr;1765(2):189-222. DOI: 10.1016/j.bbcan.2006.01.002.



13. Z. Uni, A. Smirnov, and D. Sklan T. Pre- and Posthatch Development of Goblet Cells in the Broiler Small Intestine: Effect of Delayed Access to Feed// Poultry Science, 2003.-Vol.82 – P.320–327 DOI.org/10.1093/ps/82.2.320

14. Понкратова Т.Ю. Морфометрическая характеристика двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров кросса Росс 308 по истечении 15-х и 21-х суток постнатального периода / Т.Ю. Понкратова, В.В. Семченко // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1(25). – С. 109-114.

15. Geyra A, Uni Z, Sklan D. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. Br J Nutr. 2001;86(1):53-61. DOI: 10.1079/BJN200136.

16. Ежова О.Ю., Беляцкая Ю.Н., Абдурасулов А.Х., Казакбаева О.В., Ласыгин П.В., использование мяса птицы при производстве мясопродуктов, В сборнике: Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. 2023. С. 341-344.