

*На правах рукописи*



**Вечканова Наталья Александровна**

**РАЗВИТИЕ МЕЖМЫШЕЧНЫХ НЕРВНЫХ ГАНГЛИЕВ  
МНОГОКАМЕРНОГО ЖЕЛУДКА ОВЕЦ  
ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ**

06.02.01 – Диагностика болезней и терапия животных, патология,  
онкология и морфология животных

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Саранск – 2015

Работа выполнена на кафедре морфологии и физиологии животных  
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»

**Научный руководитель:** **Бушукина Ольга Сергеевна**  
доктор ветеринарных наук, доцент

**Официальные оппоненты:** **Шакирова Галия Рафгатовна**  
доктор биологических наук, профессор,  
ФГБОУ ВПО «Московская государственная  
академия ветеринарной медицины  
и биотехнологии им. К. И. Скрябина»,  
профессор кафедры анатомии и гистологии  
им. профессора А. Ф. Климова

**Хохлова Светлана Николаевна**  
кандидат биологических наук, доцент,  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная  
сельскохозяйственная академия им. П. А. Сто-  
лыпина», доцент кафедры морфологии,  
физиологии и патологии животных

**Ведущая организация:** **ФГБОУ ВПО «Казанская государственная  
академия ветеринарной медицины  
им. Н. Э. Баумана»**

Защита диссертации состоится 13 ноября 2015 г. в 10 часов на заседании  
диссертационного совета Д 220.062.02 при ФГБОУ ВПО «Ставропольский го-  
сударственный аграрный университет» по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер.  
Зоотехнический, 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном  
сайте ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
<http://www.stgau.ru>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г. и размещен на сайтах:  
ВАК Минобразования и науки РФ <http://www.vak2.ed.gov.ru>  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.; ФГБОУ ВПО «Ставропольский ГАУ»  
<http://www.stgau.ru>. «\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Дьяченко Юлия Васильевна

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**1.1. Актуальность избранной темы.** Одной из актуальных проблем современной нейробиологии является выяснение закономерностей адаптационно-компенсаторной реорганизации нервной ткани к действию факторов внешней среды (Шакирова Д.М., 2004; Емелева Т.Ф., 2005; Косицын Н.С., 2006; Сосунов А.А., 2006; Порсева В.В., 2006; Сгибнева Н.В., 2012; Маслов Н.В., 2012; Mense S., Hoheisel U., 2001; Dussor G.O., et al 2005). Впервые вопрос о влиянии внешних факторов на интенсивность морфогенеза в интрамуральной нервной системе был поднят А.А. Милохиным (1955). У животных приспособление к характеру корма детерминировано взаимоотношениями между органами пищеварения и пищевым субстратом, обменом веществ организма, а также определяется особенностями регуляторных систем (Козловская С.Г., Григоров Ю.Г., Семсько Т.М., 1986). В целом органы пищеварения обеспечивают рост и функции всего организма. Органы пищеварительного тракта обладают автоматизмом, где важную роль в этом механизме отводят метасимпатической нервной системе. Центральная нервная система выполняет лишь регулирующую роль в её деятельности (Ноздрачёв А.Д., 2004). Установлено, что в постнатальный период, особенно на ранних этапах, происходит окончательное формирование нервной ткани многокамерного желудка овец (Бушукина О.С., 2008). Этап новорожденности у животных относится к критической фазе онтогенеза, когда чувствительность организма к повреждающим факторам внешней среды повышена (Здоровинин В.А., 2007; Тельцов Л.П., Столяров В.А., 2009; Романова Т.А., 2010; Тельцов Л.П., Семченко В.В., Зайцева Е.В., 2014 и др.). В связи с этим большой интерес, у специалистов разного профиля, вызывает выяснение закономерностей адаптационно-компенсаторной перестройки нервной ткани многокамерного желудка жвачных животных к характеру искусственного вскармливания.

**1.2. Степень разработанности.** Изучение особенностей морфологии нервной ткани стенки многокамерного желудка находит отражение в работах отечественных (Миндубаев Ю.Х., 1961; Ильин П.А., 1964; Блинова И.И., 1978; Абдильманова А.З., 1972; Рябиков А.Я., 1978; Ефремов Г.Г., 1988; Перфильева Н.П., 1998; Зимина Т.Е., 2005 и др.) и зарубежных исследователей (Baluk P., 1983; Lolova I., 1981, 1983; Gabela G. 1981, 1990 и др.). Обосновано положение, что интрамуральные ганглии являются удобным и доступным объектом для скрининга биологически активных веществ (Малашко В.В., 1993). Научных исследований о влиянии микроокружения, внешних факторов, в частности, особенностей кормления заменителем овечьего молока на морфологическую перестройку нервной ткани стенки многокамерного желудка овец в процессе онтогенетического развития, не проводилось. Изучение основных закономерностей развития структурной организации межмышечных ганглиев многокамерного желудка, анализ их адаптивных перестроек при искусственном кормлении ягнят, в сочетании с традиционным способом их содержания и кормления, поможет в выяснении механизмов прогрессивного и регрессивного развития, максимальной реализации биологических возможностей организма жвачных животных.

**1.3. Цель и задачи исследования.** Целью настоящей работы являлось изучение развития межмышечных нервных ганглиев многокамерного желудка овец при искусственном выращивании.

В соответствии с целью поставлены следующие задачи:

1. Выявить общие закономерности и особенности морфогенеза ганглиев межмышечного нервного сплетения рубца, сетки, книжки и сычуга в раннем постна-

тальном онтогенезе при искусственном кормлении ягнят заменителем овечьего молока Кольво-Старт.

2. Изучить динамику морфометрических показателей нервно-клеточной популяции ганглиев рубца, сетки, книжки и сычуга ягнят от рождения и до 4,5-месячного возраста.

3. Изучить влияние искусственного вскармливания на динамику обмена нуклеиновых кислот нервных клеток ганглиев рубца, сетки, книжки и сычуга в сравнительном аспекте с естественным кормлением ягнят овцематками.

4. Провести сравнительно-морфологический анализ постнатального нейрогенеза ганглиев многокамерного желудка овец в связи с особенностями кормления.

**1.4. Научная новизна.** Впервые в условиях эксперимента с использованием классических нейроморфологических, морфометрических и гистохимических исследований установлены морфологические показатели структурной адаптации нервной ткани многокамерного желудка для овец эдильбаевской породы при искусственном выращивании с применением заменителя овечьего молока Кольво-Старт. Получены сравнительные данные морфогенеза ганглиев межмышечного нервного сплетения рубца, сетки, книжки и сычуга у ягнят в возрасте 15-суток, 2,5- и 4,5-месяца, находившихся на естественном вскармливании с овцематками и при искусственном выращивании. Впервые представлена динамика морфометрических показателей с морфофункциональной характеристикой нервных клеток, находившихся на разных стадиях морфогенеза в ганглиях многокамерного желудка овец эдильбаевской породы от рождения и до 4,5-месячного возраста, в связи с характером вскармливания. Показана морфологическая пластичность нервной ткани многокамерного желудка, проявившаяся в способности нервных клеток, находившихся на разных этапах морфогенеза, к адаптивным преобразованиям. Впервые обнаружено, что среди исследуемой нервно-клеточной популяции ганглиев желудка овец от рождения и до 4,5-месячного возраста, наиболее чувствительны к искусственному выращиванию являются активно дифференцирующиеся клетки (клетки средних размеров) сетки и сычуга. Отмечается вовлечение в компенсаторный процесс крупных нейронов и их отростков.

**1.5. Теоретическая и практическая значимость.** Полученные новые данные, освещающие адаптационно-компенсаторную перестройку нервной ткани многокамерного желудка овец эдильбаевской породы при искусственном выращивании с применением заменителя овечьего молока, которые дополняют научную информацию раннего постнатального онтогенеза межмышечных нервных ганглиев. Установленные морфологические показатели структурной адаптации необходимы для понимания механизма максимальной реализации генетического потенциала овец, что необходимо для научного обоснования новых технологий в животноводстве. Результаты исследований могут служить теоретической основой при разработке более рациональных рецептов заменителей овечьего молока, приближенных по составу к молоку овцематок. Данные исследования дополняют сведения по видовой, породной и сравнительной морфологии у представителей жвачных животных. Полученные данные представляют интерес для морфологов и клиницистов при объяснении этиологии структурных нарушений в нервной системе.

Материалы исследований используются в учебном процессе в области анатомии, гистологии, физиологии, сравнительной морфологии животных и применяются в научных исследованиях на биологических, ветеринарных и зооинженерных специальностях в ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», ФГБОУ ВПО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия

им. академика Д.К. Беляева», ФГБОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВПО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия».

**1.6. Методология и методы исследования.** Методологической основой нашего исследования является изучение в сравнительном аспекте, морфофункциональных и морфометрических особенностей межмышечных нервных ганглиев многокамерного желудка овец, выращенных с применением технологии искусственного кормления заменителем овечьего молока Кольво-Старт и находившихся на естественном вскармливании с овцематками, в период раннего постнатального онтогенеза. В работе использован комплексный подход, включающий гистологические, нейроморфологические, морфометрические, гистохимические методы исследования и статистическую обработку результатов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Морфологические показатели раннего постнатального морфогенеза ганглиев межмышечного нервного сплетения рубца, сетки, книжки и сычуга, отражающие особенности адаптивных преобразований при искусственном кормлении овец заменителем овечьего молока Кольво-Старт.

2. Искусственное вскармливание вызывает адапционно-компенсаторные изменения в нервной ткани многокамерного желудка овец в период раннего постнатального онтогенеза, которые проявляются структурно-метаболическими изменениями нервных клеток ганглиев.

3. Адапционно-компенсаторные изменения в нервной ткани многокамерного желудка развиваются гетерохронно в различных его отделах.

**1.7. Степень достоверности и апробация результатов.** Основные положения и результаты исследования доложены, обсуждены и получили положительную оценку: на ежегодной научно – практической конференции молодых ученых (Саранск, 2010, 2011, 2012); на II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Актуальные проблемы медико-биологических дисциплин» (Саранск, 2013); на IX Международной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Саранск, 2013); на III Международной конференции «Морфоклинические аспекты безопасности жизнедеятельности» (Воронеж, 2015).

**1.8. Личный вклад.** Диссертация является результатом самостоятельного исследования автора, которым поставлена цель и определены задачи, а также план проводимых исследований по изучению адапционно-компенсаторной перестройки нервной ткани многокамерного желудка, проведен анализ и обобщение полученных результатов.

**1.9. Публикации.** Основные положения диссертации опубликованы в 6 научных работах, в том числе 4 из них в журналах, входящих в перечень рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ («Морфология», «Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», «Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание»).

**1.10. Объем и структура диссертации.** Работа изложена на 176 страницах компьютерного текста и включает введение, обзор литературы, материал и методы исследования, результаты исследований, обсуждение полученных результатов, за-

ключение, выводы, практические предложения, список литературы и приложения. Иллюстрирована 80 рисунками, 4 таблицами и одной схемой опыта. Список литературы включает 236 источников, в том числе 68 зарубежных.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнялась на кафедре морфологии и физиологии животных ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» в соответствии с темой научно-исследовательской работы «Влияние различных факторов внешней среды на энергоинформационную изменчивость, морфофункциональную характеристику органов и тканей сельскохозяйственных животных и птиц», регистрационный номер № 01201251144. Обработку материала проводили в научно-исследовательской лаборатории «Гистофизиология». Научно-хозяйственные опыты и сбор материала проводили в производственных условиях фермерского хозяйства ЧП «Перякин А.Д.» Краснослободского района Республики Мордовия. Экспериментальная часть работы искусственного выращивания ягнят с применением ЗОМ Кольво-Старт, выполнялась совместно с аспиранткой кафедры В.В. Вальковой. На момент взятия материала хозяйство было благополучно по инвазионным и инфекционным заболеваниям. Животные содержались в зимне-стойловый период в типовых животноводческих помещениях на сбалансированных по зоотехническим нормам кормовых рационах, а в летний период – на выпасах.

Схема опыта

Возраст ягнят	Количество убитых (гол)	Опыт	Контроль
Новорожденные	5	Исходные данные	Исходные данные
Молочный период (15 суток)	5/5	С 2 суток до 15 суток выпаивание ЗОМ 5 раз в сутки по 200-300 гр. за одно кормление. С 15 суток до 30 суток выпаивают ЗОМ 4 раза по 400-500 гр. за одно кормление. С 7 дня свободный доступ к сену, зерну, воде.	Содержание с овцематкой. С 7 дня свободный доступ к сену, зерну, воде.
Переходный период (2,5 месяца)	5/5	С 30 суток до 2,5 месяцев выпаивание ЗОМ 3 раза в сутки по 650-700 гр. за одно кормление. Свободный доступ к сену, зерну, воде.	Содержание с овцематкой. Свободный доступ к сену, зерну, воде.
Период адаптации к дефинитивному рациону (4,5 месяца)	5/5	С 2,5- до 4,5 месяцев перевод на основной рацион: комбикорм, сено, солома, соль, микроэлементы.	Перевод на основной рацион: комбикорм, сено, солома, соль, микроэлементы.

Контрольные и опытные группы формировали из клинически здоровых ягнят эдильбаевской породы (мужские особи) по принципу аналогов с учётом происхождения, пола, возраста и живой массы. Для опыта было отобрано 35 голов животных, ко-

торых разделили на группы по 5 ягнят в каждой. Согласно схеме опыта 5 голов животных было убито сразу после рождения. Остальных распределили на контрольные и опытные группы. Ягнята контрольных групп кормились естественным методом овцематками. Ягнята опытных групп кормились заменителем овечьего молока (ЗОМ) Кольво-Старт согласно наставления. Интенсивность роста молодняка в учётный период определяли путём индивидуального взвешивания в начале и в конце опыта. Убой контрольных и опытных животных проводили в следующие сроки: новорожденные, 15-е сутки, 2,5 месяца, 4,5 месяца (согласно периодам: новорожденный, молочный, переходный, период адаптации к дефинитивному рациону). После убоя животных выполняли осмотр органов и тканей. Объектом исследования являлась стенка рубца, сетки, книжки и сычуга четырёх возрастных периодов. Для исследования брали кусочки стенок ventрального мешка рубца, большой кривизны сетки, основания книжки, фундального отдела сычуга.

Для выполнения поставленных задач были использованы методы классической гистологии, морфометрические и гистохимические исследования. Для светомикроскопических исследований материал фиксировали в жидкости Карнуа, 12-процентном растворе формалина, спирт-формоле. Заливку материала в парафин осуществляли по общепринятым методам. Для изучения структуры межмышечных нервных ганглиев, общей характеристики их нервно-клеточной популяции, особенностей нейроглиальных взаимоотношений изготавливали серийные парафиновые срезы с последующей окраской гематоксилином и эозином, по Доминичи-Кедровскому (Меркулов Г.А., 1969). Цитоархитектонику ганглиев, их формы, размеры, расстояние между ними, клеточную типизацию по Догелю, размеры нервных клеток и ядер, состояние нейрофибрилярного аппарата, характер отростков, глиальные клетки изучали на импрегнированных препаратах, обработанных азотнокислым серебром по Бильшовскому-Грос и окрашенных по методу Ниссля (Пирс Э., 1962). При описании совокупности всех нервных клеток ганглиев, составляющих данную линию дифференцировки – от наименее дифференцированных (нейробласты) до наиболее зрелых дифференцированных (клеток Догеля), нами использован термин клеточной популяции согласно принадлежности нервной ткани к группе тканей, состоящей из стабильной клеточной популяции (по уровню обновления клеток) (Быков В.Л., 2003). Для определения внутриклеточной локализации нуклеиновых кислот и их количественного анализа срезы окрашивали галлоцианин-хромовыми квасцами по методу Эйнарсона (Семченко В.В., 2006). Количественную оценку результатов гистохимических исследований, с построением спектральной кривой светопоглощения проводили на спектрофотометре Lambda 950 производства Perkin Elmer в научной лаборатории оптической спектроскопии лазерных материалов Мордовского госуниверситета им. Н.П. Огарева. Цитометрическая характеристика оптической плотности, обусловленная концентрацией содержания нуклеиновых кислот, выражалась в условных единицах (ус. ед.).

Все морфометрические операции были выполнены с помощью окуляр-микрометра МОВ-1-15Х (Гост-151-50-69) с использованием объект-микрометра. Для проведения морфометрического анализа руководствовались указаниями, изложенными Г.Г. Автандиловым (1990).

Измерение длины и ширины ганглиев проводили в поле зрения микроскопа МБИ – (ЛЮМО, Россия) при увеличении Ок. 5. × Об. 40.

Для вычисления объёма тел и ядер нейронов измеряли малый и большой диаметр цитоплазмы и ядра нейронов. По полученным цифровым данным вычисляли объём тел нейронов и их ядер по формуле объёма эллипсоида вращения:

$$V=\pi/6 \times A \times b^2,$$

где A – большой диаметр, b – малый диаметр измеряемого объекта.

На основании морфометрических измерений провели классификацию по величине объема: на мелкие, средние и крупные клетки в соответствии с геометрической прогрессией (Перфильева Н.П., 1997).

Показатели ядерно-цитоплазматического отношения вычисляли по формуле:

$$\text{ЯЦО} = V_{\text{я}} / V_{\text{к}} - V_{\text{я}},$$

где  $V_{\text{я}}$  и  $V_{\text{к}}$  – соответственно объёмы ядра и клетки.

Относительный прирост, который показывает энергию роста, его напряженность измеряемого объекта, вычисляли по формуле:

$$B = (V_1 - V_0 / V_0) \times 100\%,$$

(B – коэффициент по Майноту), где  $V_1$  – конечный показатель,  $V_0$  – начальный показатель (Красота В.Ф., Лобанов В.Т., Джапаридзе Г.Г., 1990).

Для изучения характера нейроглиальных отношений проводился расчёт нейроглиального индекса (НГИ), как среднее число глиоцитов, приходившихся на один нейрон.

Основные элементы вариационной статистики среднеарифметическая (M), ошибка среднеарифметической ( $\pm m$ ), которая показывает насколько истинная средняя величина не совпадает с найденной средней. На основании M,  $\pm m$  вычисляли степень достоверности различий (P) с учётом критерия Стьюдента. Достоверными считаются различия при  $p \leq 0,05$ . В оценке результатов исследования руководствовались указаниями Г.Ф. Лакина (1990). Обработка данных и оформление результатов исследования осуществлялись на персональном компьютере при помощи пакета Microsoft Office Word 2007. Статистическая обработка проводилась на ПК с использованием программы Статистический Анализ, Версия 2.6. Автор: Торопов В.А. г. Йошкар-Ола ИВЦ МарГУ. Микросъёмку препаратов проводили на микроскопе Микрон 400 М (фирмы «Петролайзер»). Обозначения на рисунках увеличений микрофотографий, соответствуют тем увеличениям при которых проводили микросъёмку.

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

#### **3.1. Сравнительно-морфологическая характеристика ганглиев межмышечного нервного сплетения рубца овец эдильбаевской породы, находившихся на естественном вскармливании с овцематками и при искусственном выращивании**

В данном разделе представлены результаты исследований выполненных совместно с О.С. Бушукиной и В.А. Здравининым, которые расширены, уточнены и дополнены (Вечканова Н.А., 2013; 2014; 2015). Межмышечные нервные ганглии многокамерного желудка ягнят эдильбаевской породы, находившихся на естественном вскармливании с овцематками (контрольная группа) и при технологии искусственного выращивания с применением ЗОМ Кольво-Старт (опытная группа), имеют общие признаки строения, а также ряд специфических особенностей, обусловленных адаптивной перестройкой под влиянием условий выращивания и характера корма. В процессе роста и развития от рождения и до 4,5-месячного возраста линейные размеры ганглиев рубца ягнят контрольной группы увеличиваются в ширину от  $60,4 \pm 2,37$  мкм до  $136,0 \pm 2,26$  мкм, а в длину от  $136,0 \pm 0,48$  мкм до  $235,0 \pm 1,89$  мкм. Расстояние между ганглиями в стенке органа увеличивается от  $148,0 \pm 0,48$  мкм до  $387,0 \pm 2,26$  мкм (в 2,6 раза). Ганглии рубца ягнят, получавших



ЗОМ Кольво-Старт, уже на молочном этапе (15 суток) по метрическим параметрам уступают ганглиям рубца животных, находившихся на естественном вскармливании с овцематками в длину на 12,6% ( $p \leq 0,05$ ), а в ширину – на 6,7%. В переходный период (2,5 месяца) по темпам относительного прироста ганглии животных опытной группы значительно опережают контрольные показатели. Установлено, что морфогенез ганглиев рубца ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт, характеризуется двухэтапностью: первый (от рождения и до 15 суток) когда происходит уменьшение линейных размеров ганглиев; второй этап (включает 2,5- и 4,5-месячный возраст) характеризуется увеличением линейных размеров ганглиев в ширину на 19% ( $p \leq 0,05$ ) и 6,8%, а в длину – на 6,3% и 13% ( $p \leq 0,05$ ) соответственно. Одновременно расстояние между ганглиями рубца животных опытной группы, к периоду перехода на потребление дефинитивного корма, увеличивается в 2,9 раза. Полученные результаты согласуются с исследованиями показавшими, что у ягнят при искусственном выращивании происходит увеличение массы рубца, что обусловлено пищевым поведением проявившемся в раннем потреблении грубого корма (Валькова В.В., 2014). Комплексное исследование межмышечных ганглиев желудка ягнят эдильбаевской породы в группах сравнения позволило выявить их гетерогенный характер строения, что как известно отличает их от других автономных ганглиев (Корочкин Л.И., 1966; Мельман Е.П., 1970; Жеребцов Н.А., 1983; Кнорре А.Г., 1984 и др.). Гетерогенность ганглиев рубца обусловлена наличием в их составе от рождения и до 4,5-месячного возраста нервных клеток на различных стадиях морфогенеза (среди них нейробласты, аполярные, моно- и мультиполярные малодифференцированные и зрелые клетки), которые по морфометрическим параметрам можно распределить на мелкие, средние и крупные клетки. Соотношение их в период раннего постнатального онтогенеза в ганглиях рубца животных контрольной группы меняется: мелкие – от 33% до 18%; средние – от 54% до 68%; крупные – от 7% до 19%. Соотношение мелких, средних и крупных клеток принято считать определяющим в оценке морфофункционального состояния иннервационного аппарата желудка млекопитающих (Щелкунов С.И., 1972; Жеребцов Н.А., 1983 и др.). Установлено, что в ганглиях рубца ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт, происходит увеличение содержания мелких клеток в 15 суток на 28,6% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 12% ( $p \leq 0,05$ ), а в 4,5-месячном возрасте их содержание приближается к контрольному показателю. Количество крупных клеток в ганглиях рубца животных опытной группы стабильно уменьшается по отношению к контролю в 15 суток в 1,4 раза; в 2,5 месяца в 1,8 раз; в 4,5 месяца в 1,5 раза. Большая часть нервных клеток ганглиев рубца – клетки средних размеров. От рождения и до 4,5-месячного возраста их содержание в группах сравнения составляет от 54% до 70%. Согласно классификации предложенной Л.И. Корочкиным (1965), в ганглиях желудка новорожденных ягнят, клетки средних размеров можно отнести к малодифференцированным нейронам. Они имеют в ганглиях рубца средний показатель объёма тела  $258,0 \pm 4,77 \text{ мкм}^3$  и ядра  $65,0 \pm 1,60 \text{ мкм}^3$ , и при переходе животных на дефинитивный корм увеличиваются в контрольной группе до  $1409,0 \pm 14,33 \text{ мкм}^3$  и  $170,0 \pm 1,30 \text{ мкм}^3$ , соответственно. Клетки средних размеров отличаются мультиполярной формой перикариона, эксцентричным расположением ядра, в цитоплазме имеют слабо развитый нейрофибрилярный аппарат и несовершенный по морфологическим показателям отростковый аппарат. Искусственное вскармливание задерживает развитие клеток средних размеров в ганглиях рубца на молочном этапе. Они уступают аналогичным клеткам в контроле

по ряду количественных показателей: темпу роста объёма нейроплазмы ( $V=22\%$  в опыте; против  $V=37\%$  в контроле) величине ядерно-цитоплазматическому отношению ( $ЯЦО=0,33$  в опыте; против  $ЯЦО=0,25$  в контроле), развитию перинейрональной глии ( $НГИ=4,30\pm 0,30$  шт. в опыте; против  $НГИ=5,00\pm 1,02$  шт. в контроле), концентрации нуклеиновых кислот ( $12,00\pm 0,25$  ус. ед. в опыте; против  $13,00\pm 0,20$  ус. ед. в контроле) (Рисунок 3 (А)).

Процесс дифференцировки нервных клеток сопряжен с увеличением массы клеточных тел и связанное с ним изменение ЯЦО, что с полным основанием можно рассматривать как критерии морфогенеза и морфофункциональной активности нейрона (Щелкунов С.И., 1977; Углова М.В., 1978; Жеребцов Н.А., 1987; Ильдудова В.Н., 1989; Перфильева Н.П., 1998; Хохлова С.Н., 2007). Процесс активной дифференцировки средних клеток в ганглиях рубца установлен на переходном этапе (2,5 месяца) как в группе ягнят вскармливаемых овцематками, так и в группе искусственного выращивания и сопровождается высокими темпами роста нейроплазмы ( $V=177\%$  в контроле и  $V=263\%$  в опыте). Изменяется показатель характеризующий взаимоотношения роста ядра и цитоплазмы:  $ЯЦО=0,19$  в контроле;  $ЯЦО=0,16$  в опыте. Отмечено влияние искусственного вскармливания ягнят ЗОМ Кольво-Старт на размер средних клеток на переходном этапе ( $977,0\pm 4,84$   $\mu\text{м}^3$  в контроле;  $1142,0\pm 7,29$   $\mu\text{м}^3$  ( $p\leq 0,05$ ) в опыте). В группах сравнения большинство клеток средних размеров ганглиев рубца 2,5-месячных ягнят по морфологическим признакам принимают характерное строение первого типа Догеля. Для них характерно формирование нейрофибрилярного аппарата, рост отростков, максимальный уровень содержания нуклеиновых кислот ( $42,00\pm 0,33$  ус. ед. в контроле;  $45,00\pm 0,35$  ус. ед. в опыте) (Рисунок 3 (А)). При переходе животных на дефинитивный корм клетки средних размеров продолжают расти, совершенствовать свои структуры, увеличивать глиальное микроокружение и активно формировать дендро-аксональные отростки. В ганглиях рубца 4,5-месячных ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт, установлено увеличение размеров средних клеток на  $14,6\%$  ( $p\leq 0,05$ ).

Исследование динамики возрастных преобразований цитоархитектоники показало, что важным формообразующим фактором в структуре межмышечных ганглиев является рост и созревание крупных нейронов. От рождения и до 4,5-месячного возраста размер крупных клеток в ганглиях рубца ягнят вскармливаемых овцематками увеличивается от  $438,0\pm 4,80$   $\mu\text{м}^3$  до  $3227,0\pm 14,86$   $\mu\text{м}^3$  (т.е. в 7 раз). Морфологические критерии развития крупных клеток связаны с ростом тела и ядра, арборизацией отростков, усложнением нейроглиальных отношений и степенью вовлечения в систему внутриорганных связей. На молочном этапе крупные нейроны согласно морфологической характеристике, соответствуют клеткам первого типа Догеля, имеют невысокий показатель:  $ЯЦО=0,18$  в контроле и  $ЯЦО=0,13$  в опыте. Адаптация к искусственному вскармливанию сопряжена с одной стороны с уменьшением их содержания, а с другой повышением ростовых потенциалов в 15 суток ( $V=107\%$  в опыте; против  $V=91\%$  в контроле) и в 2,5 месяца ( $V=168\%$  в опыте; против  $V=142\%$  в контроле). В результате раннего гипертрофического роста крупных клеток в ганглиях рубца ягнят подопытной группы отмечается увеличение их размеров в 15 суток на  $7,6\%$ , в 2,5- и 4,5-месячном возрасте – на  $14,4\%$  ( $p\leq 0,05$ ). Рядом исследователей также была установлена зависимость изменения объёма цитоплазмы и ядра от продолжительности и интенсивности экологических раздражителей в ЦНС (Жданова Н.Б. и др., 2006). В условиях искусственного

вскармливания развитие дендро-аксонального дерева крупных нейронов ганглиев рубца характеризуется: утолщением диаметра основного отростка – аксона и увеличением образования количества дендритных отростков, и их вторичных ветвлений (Рисунок 1).

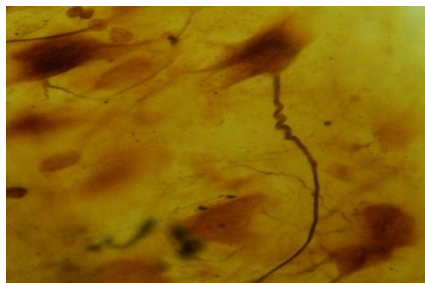


Рисунок 1. Мультиполярный нейрон I типа Догеля. Ганглий рубца 4,5-месячного ягненка. Опытная группа. Бильшовский – Грос. Ув.: Ок. 10. × Об. 20.

Формирование аксона на молочном этапе уже отличается по толщине в контроле ( $2,16 \pm 0,013$  мкм) и опыте ( $2,26 \pm 0,068$  мкм). В динамике развития аксона крупных клеток ганглиев рубца выделяется период повышенного роста в толщину – переходный ( $V=20\%$  в контроле; против  $V=26\%$  в опыте). От рождения и до 4,5-месячного возраста количество дендритов крупных клеток ганглиев рубца животных контрольной группы увеличивается от  $1,27 \pm 0,106$  шт. до  $10,00 \pm 0,336$  шт. (т.е. в 7,9 раз), тогда как в группе сравнения аналогичный показатель увеличивается в 9,4 раза. От рождения и до перехода на дефинитивный корм число вторичных ответвлений дендритов крупных клеток в ганглиях рубца животных контрольной группы увеличивается от  $1,00 \pm 0,001$  шт. до  $3,50 \pm 0,115$  шт., а в опытной – до  $4,27 \pm 0,117$  шт.. Установлено, что искусственное вскармливание способствует увеличению количества дендритов крупных клеток в ганглиях рубца в 15 суток на 14%; в 2,5 месяца – на 27,5% ( $p \leq 0,05$ ); в 4,5 месяца – на 16,6% ( $p \leq 0,05$ ). Многие авторы расценивают процесс повышенного дендритообразования, как расширение рецепторного поля нейрона (Kalus P. et al. 2000), а также появление гиперотросчатых нейроцитов относят к числу компенсаторноприспособительных изменений структур нервного аппарата в процессе долговременной адаптации (Чепур С.В., 1994).

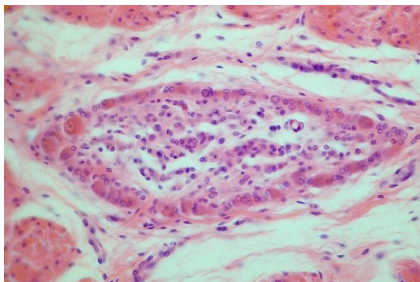
Особенность влияния искусственного вскармливания на нейроглиальные взаимоотношения в ганглиях рубца заключается в увеличении НГИ крупных нейронов в 15 суток на 28,6% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 10,6% ( $p \leq 0,05$ ), а в 4,5-месячном возрасте в уменьшении на 17% ( $p \leq 0,05$ ). Такое явление объясняется Д.Ю. Бугримовым (2008), более высокой чувствительностью глиального окружения и ранней реакцией на действие различных факторов по сравнению с нейронами.

### **3.2. Сравнительно-морфологическая характеристика ганглиев межмышечного нервного сплетения сетки овец эдильбаевской породы, находившихся на естественном вскармливании с овцематками и при искусственном выращивании**

В данном разделе представлены результаты исследований выполненных совместно с О.С. Бушукиной и В.А. Здорвининым, которые расширены, уточнены и дополнены (Вечканова Н.А., 2013; 2014; 2015). Межмышечные нервные ганглии сетки ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками от рождения и до 4,5-месячного возраста увеличиваются: в ширину от  $94,0 \pm 0,65$  мкм до  $192,0 \pm 0,84$  мкм, а в длину от  $188,0 \pm 0,65$  мкм до  $365,0 \pm 4,60$  мкм. В период раннего постнатально-онтогенеза расстояние между ними меняется от  $130,0 \pm 0,66$  мкм до  $226,0 \pm 2,26$  мкм

(в 1,7 раз). Максимальная напряженность роста линейных параметров ганглиев установлена в контроле в период потребления ягнятами грубого корма (2,5-месяца). Искусственное вскармливание ягнят ЗОМ Кольво-Старт приводит к замедлению темпов роста ганглиев сетки на молочном и переходном этапах. В результате размеры ганглиев сетки у искусственно вскармливаемых ягнят в 15-суточном и 2,5-месячном возрасте уменьшаются в ширину на 17% и 22,7% ( $p \leq 0,05$ ), а в длину на 7,3% и 28% ( $p \leq 0,05$ ), соответственно. В период перехода животных на потребление дефинитивного корма (4,5 месяца), достоверных различий в размерах ганглиев сетки животных, в группах сравнения, не обнаружено. Одновременно установлены высокие темпы относительного прироста ганглиев сетки у 4,5-месячных ягнят в группе искусственного выращивания (увеличение коэффициента по Майоноту составило в ширину в 5 раз, в длину в 2,4 раза, ( $p \leq 0,05$ )). Полученные результаты согласуются с адаптационно-компенсаторным характером гистогенеза мышечной оболочки, которая в 4,5 месяца в сетке ягнят при искусственном выращивании имеет относительный прирост её толщины 52,6% (Валькова В.В., 2014).

Рисунок 2. Ганглий межмышечного нервного сплетения сетки 15-суточного ягненка. Опытная группа. Гематоксилин, эозин. Ув.: Ок. 5. × Об. 10.



Гетерогенный характер строения ганглиев сетки ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками, обусловлен наличием клеток на различных стадиях морфогенеза, содержание которых в период раннего постнатального онтогенеза варьирует в пределах: мелких от 10% до 12%; средних от 66% до 70%; крупных от 19% до 29%. Адаптация к искусственному вскармливанию сопровождается увеличением содержания мелких клеток ганглиев сетки на молочном и переходном этапах на 38,5% и 50%, соответственно ( $p \leq 0,05$ ) (Рисунок 2). В настоящее время признано, что мелкие клетки составляют морфофункциональный резерв, обеспечивающий надёжность функционирования МНС (Williams R.W. et al, 1988). Содержание крупных клеток в ганглиях сетки ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт уменьшается в 15 суток на 26% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 24% ( $p \leq 0,05$ ); в 4,5 месяца – на 9%. По результатам морфометрических исследований установлено, что клетки средних размеров, в контрольной группе животных, от рождения и до 4,5-месячного возраста увеличиваются в объёме тела и ядра: от  $525,0 \pm 6,57 \text{ мкм}^3$  и  $104,0 \pm 2,20 \text{ мкм}^3$  до  $1377,0 \pm 14,11 \text{ мкм}^3$  и  $167,0 \pm 4,20 \text{ мкм}^3$ .

Сопоставление количественных параметров нейронных популяций в ганглиях сетки животных, получавших ЗОМ Кольво-Старт, показало, что происходит достоверное уменьшение размеров средних клеток в 15 суток на 15% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 25,9% ( $p \leq 0,05$ ); в 4,5 месяца – на 9%. По основным критериям цитодифференцировки предложенных Л.И. Корочкиным (1965), А.Г. Кнорре, Л.В. Суворовой (1984), на молочном этапе в ганглиях сетки выявлена вариабельность показателей средних клеток, в связи с характером вскармливания животных: по темпам роста тела ( $V=23\%$  в контроле; против  $V=4\%$  в опыте) и ядра ( $V=-2\%$  в контроле; против  $V=33\%$  в опыте); по ядерно-цитоплазматическому отношению ( $ЯЦО=0,18$  в контроле; против

ЯЦО=0,33 в опыте); по содержанию нуклеиновых кислот (48,00±0,33 ус. ед. в контроле; против 18,00±0,25 ус. ед. в опыте); по нейроглиальным взаимоотношениям (НГИ=8,00±0,35 шт. в контроле; против НГИ=6,30±0,44 шт. в опыте).

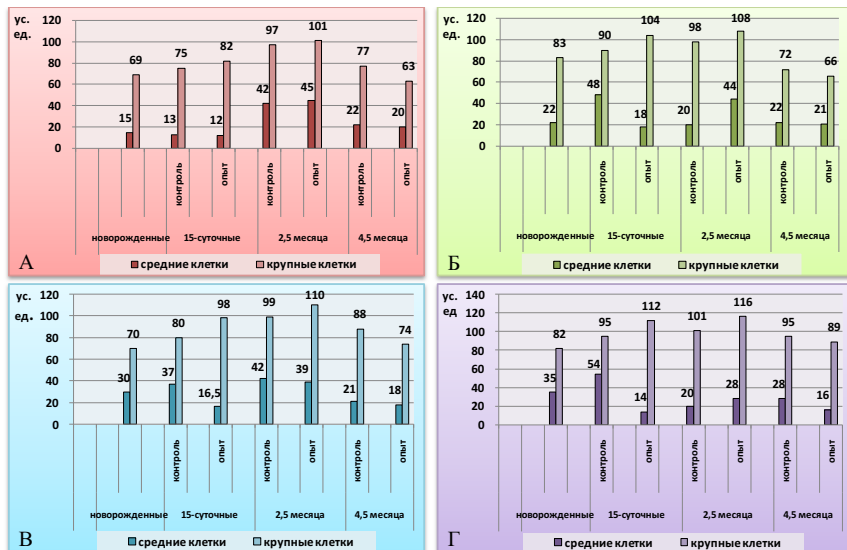


Рисунок 3. Динамика изменения концентрации нуклеиновых кислот в единице площади средних и крупных клеток ганглиев рубца (А), сетки (Б), книжки (В) и сычуга (Г) в постнатальном онтогенезе

Неравнозначные структурные преобразования в контроле и опыте обусловлены активной дифференцировкой средних клеток в ганглиях сетки 15-суточных ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками. Тогда как искусственное вскармливание задерживает дифференцировку основной нейронной популяции (68%) ганглиев сетки на молочном этапе. Установлено, что активизация дифференцировки средних клеток отмечается в ганглиях сетки ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт, в переходный период на что указывает перемещение потенциала роста из ядра (где коэффициент по Майоноту составил  $B=27\%$ ) в цитоплазму ( $B=75\%$ ) и связанное с ним уменьшение ЯЦО=0,22, увеличение развития перинеурональной глии (НГИ=7,70±0,35 шт.) и концентрации НК (44,00±0,11 ус. ед.) (Рисунок 3 (Б)).

При рождении ягнят эдильбаевской породы самые крупные клетки в составе нервных ганглиев многокамерного желудка были установлены в сетке, которые имеют объемы тела – 1450,0±6,57 мкм<sup>3</sup> и ядра – 145,0±3,30 мкм<sup>3</sup>. К периоду перехода животных на дефинитивный корм (4,5 месяца) объем крупных клеток увеличивается до 3474,0±13,98 мкм<sup>3</sup> (т.е. в 2,4 раза). Искусственное вскармливание способствовало увеличению размеров крупных клеток в ганглиях сетки в 15 суток на 10%; в 2,5 месяца – на 20,6% ( $p \leq 0,05$ ); в 4,5 месяца – на 4,8%. На переходном этапе (2,5 месяца) рост крупных нейронов в ганглиях сетки в группе ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт, достигает максимальных значений за весь период наблюдений ( $B=86\%$ ; против

V=64% в контроле). В некоторых исследованиях показано, что на размеры нейронов желудка и кишечника животных влияет изменение структуры и композиция корма (Малашко В.В., 1983; 1993; Степочкин А.А., 1988; Лу Ж. 1983). Отмечая ранее увеличение ростового потенциала крупных нейронов необходимо указать на расширение их структурного диапазона. Крупные клетки, как полиморфные образования, постоянно усложняют форму клеточного тела от грушевидной, овальной до целого ряда переходных форм. В процессе исследования дендро-аксональных отростков крупных клеток ганглиев сетки животных контрольной группы установлено, что толщина аксона, который признан J. Szentagothai (1994), «лидирующим» отростком, увеличивается от рождения и до 4,5-месячного возраста: от  $2,14 \pm 0,006$  мкм и до  $2,85 \pm 0,049$  мкм.

В динамике роста и развития аксона крупных клеток ганглиев сетки, в период раннего постнатального онтогенеза, отмечается асинхронный характер, в связи с особенностями кормления ягнят. На молочном этапе относительный прирост толщины аксона в контроле больше (V=20%), чем в опыте (V=9%). Противоположная направленность результатов отмечается в переходный период (2,5 месяца), когда прирост толщины аксона крупных клеток ганглиев сетки в группе ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт, составил V=12%, против V=6% в контроле. В результате сравнительного морфометрического анализа установлено, что если на ранних этапах развития искусственное вскармливание приводит к формированию более тонкого аксона, то при переходе животных на дефинитивный корм (4,5 месяца) достоверных отклонений в толщине аксона не установлено. От рождения и до 4,5 месячного возраста количество дендритов крупных клеток, их вторичных ответвлений в ганглиях сетки ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками, увеличивается от  $2,60 \pm 0,183$  шт. до  $9,00 \pm 0,303$  шт. (т.е. в 3,5 раз) и от  $1,78 \pm 0,222$  шт. до  $3,00 \pm 0,152$  шт. (т.е. в 1,7 раза). Особенность влияния искусственного вскармливания на процесс дендритообразования заключается в опережающем темпе увеличения количества дендритов в 15-суточном возрасте (V=111%; против V=85% в контроле) и последующем замедлении на переходном этапе (V=31%; против V=42% в контроле). У 4,5-месячных животных, в группах сравнения, процесс дендритообразования не имел достоверных различий. Образование основного количества вторичных дендритов крупных клеток, в условиях искусственного вскармливания происходит на молочном этапе (V=40%; против V=1% в контроле), в дальнейшем (2,5 месяца) отмечается спад (V=12%), тогда как в контроле, напротив происходит максимальное образование вторичных дендритов (V=53%). В опыте частичная редукция (V=-1%) вторичных дендритов крупных клеток ганглиев сетки была выявлена при переходе животных на дефинитивный корм. Частичную редукцию дендритов рассматривают как повышенную чувствительность к действию факторов, в том числе и ограничению рациона (Andersen L., 1990; Fikova E.A., 1985).

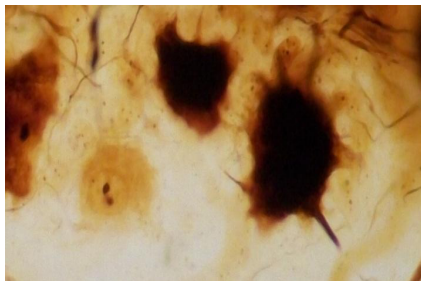
Развитие перинейрональной глии в ганглиях сетки в возрастном аспекте происходит в направлении от мелких клеток к крупным нейронам. Существует мнение, что глиальные клетки осуществляют энергетическую и трофическую поддержку нейронов, а также экспрессируют специфические факторы, от которых зависят размеры и архитектура дендритного дерева нейронов (Dai X. et al., 2003). От рождения и до 4,5-месячного возраста в ганглиях сетки ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками, НГИ средних клеток увеличивается от  $4,10 \pm 0,22$  шт. до  $8,50 \pm 0,55$  шт., а крупных – от  $4,60 \pm 0,30$  шт. до  $9,80 \pm 0,40$  шт.. Максимально глиальное микроокружение формируется в контроле на молочном этапе в средних и крупных клетках (V=95%; V=80% соответственно). В процессе адаптации в условиях искусст-

венного вскармливания, в ганглиях сетки отмечается с одной стороны уменьшение НГИ средних клеток в 15 суток на 21% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 10,5% ( $p \leq 0,05$ ), в 4,5 месяца – на 7%, а с другой – увеличение НГИ крупных клеток в 15 суток на 14,4% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 6,8%, тогда как в 4,5 месяца отмечали частичную потерю «сателлитной» глии на 12,7%.

### **3.3. Сравнительно-морфологическая характеристика ганглиев межмышечного нервного сплетения книжки овец эдильбаевской породы, находившихся на естественном вскармливании с овцематками и при искусственном выращивании**

В данном разделе представлены результаты исследований, выполненных совместно с О.С. Бушукиной и В.А. Здорониным, которые расширены, уточнены и дополнены (Вечканова Н.А., 2013; 2014; 2015). Исследование межмышечных нервных ганглиев книжки ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками, показало, что от рождения и до 4,5-месячного возраста размеры их увеличиваются: в ширину от  $69,5 \pm 1,83$  мкм до  $145,2 \pm 0,61$  мкм, а в длину от  $107,0 \pm 0,30$  мкм до  $208,0 \pm 0,66$  мкм. Расстояние между ганглиями в стенке органа меняется от  $57,5 \pm 0,30$  мкм до  $191,9 \pm 0,73$  мкм (т. е. в 3,3 раз). Максимальная напряженность роста ганглиев книжки в ширину установлена в период потребления ягнятами грубого корма (2,5 месяца), а в длину – при переходе на дефинитивный корм (4,5 месяца). В динамике роста ганглиев книжки ягнят при искусственном вскармливании выявлена противоположная направленность изменения их линейных параметров: на молочном этапе темп прироста по отношению к контролю повышается в ширину в 2 раза, а в длину в 4 раза, тогда как в 4,5-месячном возрасте – понижается. Установлено, что в результате замедления морфогенеза ганглии книжки ягнят в период перехода на дефинитивный корм уменьшаются в длину в 1,4 раза.

Рисунок 4. Ганглий межмышечно-нервного сплетения книжки 2,5-месячного ягненка. Опытная группа. Бильшовский – Грос. Ув.: Ок. 10. × Об. 40.



Ранняя адаптивная перестройка нервной ткани книжки на молочном этапе, вероятно, обусловлена её решающей ролью в сократительной деятельности гладкой мускулатуры органа, в связи с

более ранним потреблением грубого корма ягнятами, получавших ЗОМ Кольво-Старт. Полученные результаты согласуются с исследованиями А.Я. Рябикова (1989), показавшего, что размер частиц корма является основным фактором в механизме эвакуации внутриполостного содержимого в книжку и из неё в сычуг.

В период раннего постнатального онтогенеза нейронная популяция ганглиев книжки ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками, по результатам морфометрических исследований клеток, варьировала в пределах: мелких от 8% до 20%; средних от 64% до 70%; крупных от 16% до 26%. В условиях искусственного выращивания в ганглиях книжки выявлены различные переходные формы дифференцирующихся нервных клеток (Рисунок 4). Адаптация нервной ткани ганглиев книжки, особенно заметна в сравнении с контролем, сопровождается уменьше-

нием содержания крупных клеток в 15 суток на 25% ( $p \leq 0,05$ ) и в 4,5-месячном возрасте на – 23% ( $p \leq 0,05$ ) (Рисунок 5).

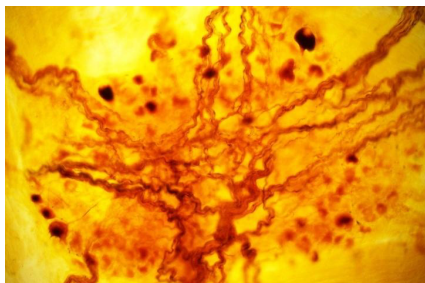


Рисунок 5. Ганглий межмышечного нервного сплетения книжки 4,5-месячного ягненка. Опытная группа. Бильшовский – Грос. Ув.: Ок. 5.  $\times$  Об. 10.

Клетки средних размеров в контрольной группе животных, от рождения и до 4,5-месячного возраста увеличиваются в объёме тела и ядра: от  $471,0 \pm 4,80$   $\mu\text{м}^3$  и  $93,0 \pm 1,20$   $\mu\text{м}^3$  до  $1560,9 \pm 15,09$   $\mu\text{м}^3$  и  $170,0 \pm 2,40$   $\mu\text{м}^3$ . Главной особенностью морфогенеза средних клеток ганглиев книжки ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт, являются невысокие темпы роста от рождения и до 4,5-месячного возраста. Установлено уменьшение объёма средних клеток в 15 суток на 11% ( $p \leq 0,05$ ), в 2,5 месяца – на 7%, в 4,5 месяца – на 20,6% ( $p \leq 0,05$ ). Процесс активной дифференцировки средних клеток ганглиев книжки в контроле и в опыте отмечен на переходном этапе. В этот период их количественные параметры характеризуются: максимальным темпом роста тела ( $B=110\%$  в контроле;  $B=95\%$  в опыте), уменьшением ядерно-цитоплазматического отношения ( $ЯЦО=0,09$  в контроле;  $ЯЦО=0,10$  в опыте), приростом глии ( $B=21\%$  как в контроле, так и в опыте), метаболической активностью нуклеиновых кислот ( $НК=42,00 \pm 0,25$  ус. ед. в контроле;  $НК=39,00 \pm 0,30$  ус. ед. в опыте). Результаты полученного количественного гистохимического исследования дифференцирующихся нервных клеток ганглиев книжки не противоречат существующему мнению, что обмен НК является важным звеном внутриклеточного метаболизма нейронов (Ашапкин В.В., 1996).

Размер крупных клеток ганглиев книжки ягнят в контроле от рождения и до 4,5-месячного возраста увеличивается в объёме тела и ядра: от  $1076,0 \pm 6,57$   $\mu\text{м}^3$  и  $110,0 \pm 2,90$   $\mu\text{м}^3$  до  $3875,0 \pm 14,45$   $\mu\text{м}^3$  и  $250,0 \pm 4,33$   $\mu\text{м}^3$ . Их максимальный относительный прирост установлен на переходном этапе ( $B=84\%$  тела;  $B=74\%$  ядра). На молочном этапе и при переходе на дефинитивный корм отмечается спад ростового потенциала. В условиях искусственного вскармливания на молочном и переходном этапах крупные клетки имеют относительный прирост больше, чем в контроле ( $B=63\%$  в опыте, против  $B=38\%$  в контроле;  $B=98\%$  в опыте, против  $B=84\%$  в контроле, соответственно). Искусственное вскармливание способствовало увеличению размеров крупных клеток в ганглиях книжки в 15 суток на 14,9% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 7,4%; в 4,5 месяца – на 4,8%. Усиление интенсивности роста крупных клеток в опыте на молочном и переходном этапах сопровождается увеличением концентрации нуклеиновых кислот ( $98,00 \pm 0,30$  ус. ед., против  $80,00 \pm 0,22$  ус. ед. в контроле;  $110,00 \pm 0,22$  ус. ед., против  $99,00 \pm 0,44$  ус. ед. в контроле, соответственно) (Рисунок 3 (В)). По данным С.В. Чепур (1994), увеличение содержания рибонуклеопротеидов в нервных клетках интрамурального нервного аппарата при внешнем воздействии относится к числу компенсаторных изменений.

При формировании дендро-аксональных отростков крупных клеток ганглиев книжки, в группах сравнения прослеживаются как общие закономерности, так и особенности, обусловленные характером вскармливания. Известно, что роль тканевого окружения принимает участие в индукции морфологических характеристик аксонов



(Журавлева З.Н., 1999). В группе ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт на молочном этапе темп относительного прироста толщины аксона крупных клеток ганглиев книжки выше, чем в контроле ( $V=24\%$  в опыте; против  $V=18\%$  в контроле), тогда как при переходе на definitivoный корм утолщение аксона не происходит. Количество дендритов крупных клеток, их вторичных ответвлений в ганглиях книжки ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками, от рождения и до перехода на definitivoный корм, увеличиваются от  $1,60\pm 0,189$  шт. до  $10,40\pm 0,252$  шт. и от  $1,00\pm 0,001$  шт. до  $3,00\pm 0,152$  шт., соответственно. В процессе адаптации образование дендритов крупных клеток протекает интенсивнее, на молочном этапе ( $V=194\%$  в опыте; против  $V=150\%$  в контроле). Установлено увеличение вторичных ответвлений дендритов крупных клеток ганглиев книжки животных в опытной группе в 15 суток на  $6\%$ ; в 2,5- и 4,5-месячном возрасте – на  $5\%$ .

Развитие перинеуральной глии ганглиев книжки ягнят находившихся на естественном вскармливании с овцематками с возрастом увеличивается в средних клетках от  $3,50\pm 0,11$  шт. до  $7,20\pm 0,24$  шт., в крупных клетках от  $5,13\pm 0,22$  шт. до  $10,20\pm 0,40$  шт.. Искусственное вскармливание влияет на формирование глиального микроокружения ганглиев книжки. Установлено уменьшение НГИ средних клеток в 15 суток на  $8,4\%$ ; в 2,5 месяца – на  $9\%$  в 4,5 месяца – на  $9,7\%$ , и увеличение НГИ крупных клеток в 15 суток на  $25,8\%$  ( $p\leq 0,05$ ), в 2,5 месяца – на  $18,4\%$ . В 4,5 месяца отмечена частичная потеря на  $8\%$  «сателлитной» глии, что может указывать на их низкие резервные возможности в свете современных представлений о тесном взаимодействии нейрона и глиоцита, как интегральной единицы (Fellin T. et Carmignoto G., 2004).

#### **3.4. Сравнительно-морфологическая характеристика ганглиев межмышечного нервного сплетения сычуга овец эдильбаевской породы, находившихся на естественном вскармливании с овцематками и при искусственном выращивании**

В данном разделе представлены результаты исследований выполненных совместно с О.С. Бушукиной и В.А. Здоровининым, которые расширены, уточнены и дополнены (Вечканова Н.А., 2013; 2014; 2015). Межмышечные нервные ганглии сычуга ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками от рождения и до 4,5-месячного возраста увеличиваются: в ширину от  $111,0\pm 1,34$  мкм до  $187,0\pm 2,63$  мкм, а в длину от  $218,0\pm 1,34$  мкм до  $384,0\pm 2,63$  мкм. Расстояние между ганглиями в стенке органа меняется от  $225,0\pm 1,40$  мкм до  $322,0\pm 2,64$  мкм (т. е. в 1,4 раз) (Рисунок 6).

Рисунок 6. Межмышечное нервное сплетение сычуга новорожденного ягненка. Бильшовский – Грос. Ув.: Ок. 5. × Об. 5.



Максимальная напряженность роста ганглиев в длину установлена в период перехода ягнят на definitivoный корм, когда коэффициент по Майноту был равен  $V=39\%$ . Искусственное кормление ягнят ЗОМ Кольво-Старт, оказывает неблагоприятное влияние на морфогенез ганглиев сычуга от рождения и до 4,5-месячного возраста. Установлено уменьшение размеров ганглиев сычуга в 15 суток на

13%; в 2,5 месяца – на 8%; в 4,5 месяца – на 22% ( $p \leq 0,05$ ). Выявлено, что при переходе ягнят опытной группы на дефинитивный корм ганглии сычуга меньше в 1,27 раз. В нервной ткани стенки многокамерного желудка овец эдильбаевской породы, получавших ЗОМ Кольво-Старт, даже при отсутствии внешних проявлений патологии происходят выраженные изменения морфогенеза ганглиев межмышечного сплетения.

Гетерогенный характер строения ганглиев сычуга ягнят, находящихся на естественном вскармливании с овцематками, обусловлен наличием клеток на различных стадиях морфогенеза, содержание которых в период раннего постнатального онтогенеза варьирует в пределах: мелких от 10% – 15%; средних от 61% – 70%; крупных от 17% – 29% (Рисунок 7). Адаптация к искусственному вскармливанию сопровождается увеличением содержания в ганглиях сычуга мелких клеток на молочном и переходном этапах на 43,5% и 46,4% соответственно, и уменьшением содержания крупных клеток в 15 суток – на 4%; в 2,5 месяца – на 5%; в 4,5 месяца – на 9%.

По результатам морфометрических исследований установлено, что клетки средних размеров, в контрольной группе животных от рождения и до 4,5-месячного возраста увеличиваются в объёме тела и ядра: от  $407,0 \pm 6,55 \text{ мкм}^3$  и  $74,0 \pm 2,20 \text{ мкм}^3$  до  $1301,7 \pm 11,53 \text{ мкм}^3$  и  $111,0 \pm 3,33 \text{ мкм}^3$ . Происходит достоверное уменьшение размеров средних клеток в ганглиях сычуга животных, получавших ЗОМ Кольво-Старт в 15 суток на 14,6%; в 2,5 месяца – на 10,5%; в 4,5 месяца – на 35,6%. Структурные преобразования в контроле обусловлены активной дифференцировкой средних клеток в ганглиях сычуга на молочном этапе. При искусственном вскармливании происходит замедление роста средних клеток ганглиев сычуга и задержка процесса дифференцировки на молочном этапе: относительный прирост ( $V=16\%$  в контроле;  $V=-1\%$  в опыте); ядерно-цитоплазматическое отношение ( $ЯЦО=0,10$  в контроле;  $ЯЦО=0,33$  в опыте); прирост перинеурональной глии ( $V=27\%$  в контроле;  $V=2\%$  в опыте); метаболическая активность нуклеиновых кислот ( $НК=54,00 \pm 0,22$  ус. ед. в контроле;  $НК=14,00 \pm 0,11$  ус. ед. в опыте).

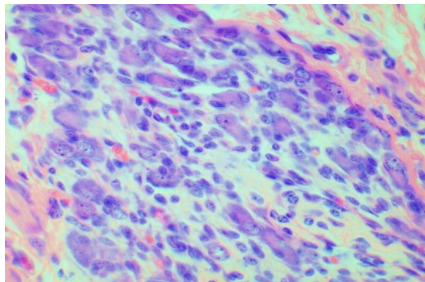


Рисунок 7. Ганглий межмышечного нервного сплетения сычуга 2,5-месячного ягненка. Контрольная группа. Доминичи – Кедровский. Ув.: Ок. 16. × Об. 10.

Задержка цитодифференцировки даёт основание рассматривать систему средних клеток Гн сычуга менее устойчивой к искусственному выращиванию, по сравнению с преджелудками. Полученные результаты согласуются с данными

исследований, где рассматривают, угнетение секреторной функции желудка при голодании у собак, как адаптивный механизм, защищающий слизистую оболочку желудка от самоповреждения, что имеет в своей основе различные механизмы, включающие и вагусный (Андреева Ю.В., 2007). Установлено, что активизация роста средних клеток в ганглиях сычуга ягнят происходит в 2,5 месяца как в контрольной так и опытной группах. В этот период максимальный темп прироста тела и ядра составил:  $V=120\%$  в контроле;  $V=130\%$  в опыте и  $V=105\%$  в контроле;  $V=56\%$  в опыте, соответственно. Показателями активизации дифференцировки средних клеток в ганглиях сычуга 2,5-месячных ягнят получавших ЗОМ Кольво-Старт являются: ядерно-

цитоплазматические отношения: ЯЦО=0,09 в контроле; ЯЦО=0,20 в опыте; развитие перинейрональной глии: НГИ=5,50±0,22 шт. в контроле; НГИ=5,00±0,22 шт. в опыте; метаболическая активность нуклеиновых кислот: НК=20,00±0,33 ус. ед. в контроле; НК=28,00±0,33 ус. ед. ( $p \leq 0,05$ ) в опыте (Рисунок 3 (Г)). При рождении ягнят эдильбаевской породы крупные клетки в составе ганглиев сычуга имеют объём тела  $874,0 \pm 4,77 \text{ мкм}^3$  и ядра  $80,0 \pm 3,50 \text{ мкм}^3$ . К периоду перехода животных на дефинитивный корм объём крупных клеток и ядра увеличиваются до  $2865,6 \pm 11,31 \text{ мкм}^3$  и  $247,0 \pm 2,40 \text{ мкм}^3$ . Установлено, что искусственное вскармливание способствовало увеличению размеров крупных клеток в ганглиях сычуга в 15 суток на 15,5% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 10,8% ( $p \leq 0,05$ ); в 4,5 месяца – на 27% ( $p \leq 0,05$ ).

В процессе исследования дендро-аксональных отростков крупных клеток ганглиев сычуга ягнят, установлено, что толщина аксона от рождения и до 4,5-месячного возраста, увеличивается от  $2,54 \pm 0,012 \text{ мкм}$  до  $2,80 \pm 0,007 \text{ мкм}$ . Искусственное вскармливание задерживает рост толщины аксона крупных клеток в ганглиях сычуга ягнят на молочном и переходном этапах. В 4,5 месяца толщина аксона в опыте меньше на 2,5%, контрольных показателей. Межгрупповые различия не были столь значительными вследствие того, что формирование аксона крупных клеток Гн сычуга жвачных животных протекает в эмбриогенезе более интенсивно, чем на ранних этапах постнатального онтогенеза (Перфильева Н.П., 1998). Количество дендритов крупных клеток, их вторичных ответвлений в ганглиях сычуга ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками, от рождения и до 4,5 месячного возраста увеличиваются от  $2,40 \pm 0,123 \text{ шт.}$  до  $8,00 \pm 0,439 \text{ шт.}$  и от  $1,33 \pm 0,333 \text{ шт.}$  до  $2,50 \pm 0,177 \text{ шт.}$ , соответственно. При искусственном вскармливании образование дендритов крупных клеток ганглиев сычуга у ягнят в 15-суточном возрасте выше, чем в контроле ( $V=67\%$  в контроле;  $V=92\%$  в опыте); в 2,5 месяца прирост дендритообразования уменьшается ( $V=50\%$  в контроле;  $V=35\%$  в опыте); в 4,5 месяца вновь выше контрольного показателя ( $V=33\%$  в контроле;  $V=52\%$  в опыте). Как известно дендриты служат средством увеличения поверхности клетки и следовательно поверхности воспринимающей импульсы (Бабминдра В.П., 1982). Отмечается в ганглиях сычуга ягнят опытной группы уменьшение количества вторичных ответвлений ( $V=-1\%$ ;  $V=-3\%$ , соответственно) в 2,5- и 4,5-месячном возрасте. Ограничение афферентного притока из тканей органа к ганглию может вызвать частичную редукцию дендритного дерева (Hammer R.P. et al, 1981).

В развитии перинейрональной глии в ганглиях сычуга ягнят, находившихся на естественном вскармливании с овцематками от рождения и до 4,5-месячного возраста отмечается увеличение в средних клетках от  $4,50 \pm 0,11 \text{ шт.}$  до  $5,70 \pm 0,55 \text{ шт.}$ , а в крупных уменьшение от  $7,00 \pm 0,22 \text{ шт.}$  до  $6,80 \pm 0,33 \text{ шт.}$  Максимально глиальное микроокружение формируется в контроле на молочном этапе в средних и крупных клетках. В условиях искусственного вскармливания в ганглиях сычуга отмечается незначительный прирост НГИ средних клеток в 15 суток ( $V=2\%$ ); в 2,5 месяца ( $V=9\%$ ); в 4,5 месяца ( $V=10\%$ ), тогда как в крупных клетках увеличение НГИ на молочном этапе составило 10,8%; в 2,5- и 4,5-месячном возрасте НГИ крупных клеток уменьшается на 11% и 12%, соответственно. Полученные данные свидетельствуют в пользу представлений, что потеря глии приводит к нарушению гомеостаза нейронных популяций (Lehnardt S. et al, 2002).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное комплексное нейроморфологическое, морфометрическое и гистохимическое исследование ганглиев межмышечного нервного сплетения многокамерного желудка (его отделов: рубца, сетки, книжки и сычуга) ягнят эдильбаевской породы позволило установить, что на ранних этапах постнатального онтогенеза (от рождения и до 4,5-месячного возраста) в условиях искусственного выращивания с применением ЗОМ Кольво-Старт, реализуются многие морфогенетические процессы, которые включают рост ганглиев в ширину и в длину, увеличение расстояния между ними, дифференцировку нервно-клеточной популяции, становление нейро-глиальных и нейро-тканевых взаимоотношений, что демонстрирует высокую степень детерминированности развития. С другой стороны проявляются значительные способности нервной ткани рубца, сетки, книжки и сычуга к пластическим адаптационно-компенсаторным перестройкам. В результате проведенного (в сравнительном аспекте) исследования ганглиев межмышечного нервного сплетения желудка ягнят, выращенных с применением технологии искусственного кормления ЗОМ Кольво-Старт (опытная группа) и находившихся на естественном вскармливании с овцематками (контрольная группа) получены следующие **выводы**:

1. Адаптационные возможности нервной ткани многокамерного желудка включают два периода. Период замедленного морфогенеза, когда размеры ганглиев уменьшаются: в рубце на молочном этапе; в сетке от рождения и до переходного периода; в книжке при переходе на дефинитивный корм; в сычуге от рождения и до 4,5-месячного возраста, вследствие чего размеры ганглиев в сычуге уменьшаются в 1,27 раз ( $p \leq 0,05$ ). Период активизации морфогенетических процессов, сопровождающийся увеличением ганглиев преджелудков: в рубце (от 15 суток до 4,5 месяцев), в ширину – на 19% ( $p \leq 0,05$ ) (в 2,5 месяца), в длину – на 13% ( $p \leq 0,05$ ) (в 4,5 месяца); в сетке (от 2,5- до 4,5-месячного возраста) достигают размеров ганглиев животных находившихся на естественном вскармливании; в книжке (от рождения и до переходного периода) в ширину – на 18% ( $p \leq 0,05$ ) (в 15-суток), в длину – на 20% ( $p \leq 0,05$ ) (в 2,5 месяца).

2. Адаптация к искусственному выращиванию проявляется в ганглиях изменением соотношения клеток нейронной популяции, находившихся на разных стадиях морфогенеза. По отделам многокамерного желудка содержание мелких клеток увеличивается: в 15 суток – на 28,5% – 43,4%; в 2,5 месяца – на 12% – 50%; в 4,5 месяца – на 41% – 46%, а содержание крупных клеток уменьшается: в 15 суток – на 23% – 28,5%; в 2,5 месяца – на 24% – 44%; в 4,5 месяца – на 9% – 31,5%, что наглядно демонстрирует усиление морфофункциональной гетерогенности ганглиев.

3. Искусственное выращивание оказывает влияние на морфогенез клеток средних размеров, представляющих основную нейронную популяцию (54% – 75%) в ганглиях многокамерного желудка, что проявляется задержкой цитодифференцировки на молочном этапе в сетке и сычуге; уменьшением ростового потенциала от рождения и до 4,5 месяцев в сетке, книжке и сычуге; в рубце, напротив, увеличением темпов относительного прироста от 2,5- и до 4,5-месячного возраста. В связи с чем размеры средних клеток в сычуге уменьшаются на 35,6% ( $p \leq 0,05$ ); в сетке и книжке уменьшаются на 9% и 20,6% ( $p \leq 0,05$ ), тогда как в рубце увеличиваются на 14,6% ( $p \leq 0,05$ ). При переходе животных на дефинитивный корм цитодифференцировка средних клеток в сычуге не достигает по ядерно-

цитоплазматическому отношению, содержанию нуклеиновых кислот, развитию перинейрональной глии уровня средних клеток животных находившихся на естественном вскармливании.

4. Основными структурными механизмами, показывающими компенсаторное влияние нервной ткани в условиях искусственного выращивания являются повышение ростового потенциала крупных нейронов, их метаболической активности, степени арборизации дендритических отростков, наращивание перинейрональной глии. В результате раннего интенсивного роста отмечается увеличение размеров крупных нейронов в ганглиях многокамерного желудка: на молочном этапе – на 7,6% – 15,6% ( $p \leq 0,05$ ); на переходном этапе – на 4,5% – 20,6% ( $p \leq 0,05$ ); при переходе животных на дефинитивный корм – на 4,8% – 27% ( $p \leq 0,05$ ).

5. Адаптация дендро-аксональных отростков крупных нейронов в условиях искусственного выращивания в период раннего постнатального онтогенеза сопряжена с одной стороны с формированием более тонкого аксона в сетке, книжке, сычуге и, напротив, более толстого в рубце, а с другой стороны – с образованием и увеличением дендритических отростков: в 15 суток – на 6% – 14% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 6% – 27% ( $p \leq 0,05$ ); в 4,5 месяца – на 6% – 25% ( $p \leq 0,05$ ) и их вторичных ответвлений в 15 суток и 2,5 месяца – на 6% – 14% ( $p \leq 0,05$ ), а при переходе животных на дефинитивный корм происходит частичная потеря вторичных дендритов.

6. Нейроглиальные взаимоотношения в ганглиях многокамерного желудка в условиях искусственного выращивания характеризуются уменьшением развития перинейрональной глии в группе клеток средних размеров, в связи с чем нейроглиальный индекс уменьшается на молочном этапе – на 8,4% – 21% ( $p \leq 0,05$ ); на переходном этапе – на 8% – 10,5% ( $p \leq 0,05$ ); при переходе животных на дефинитивный корм – на 4% – 10% ( $p \leq 0,05$ ). В группе крупных клеток нейроглиальный индекс увеличивается в 15 суток – на 10,8% – 28,6% ( $p \leq 0,05$ ); в 2,5 месяца – на 2% – 10,6% ( $p \leq 0,05$ ); а при переходе животных на дефинитивный корм – потеря глиального микроокружения на 4,5% – 17% ( $p \leq 0,05$ ).

7. Метаболическая активность нейронов ганглиев многокамерного желудка в условиях искусственного выращивания характеризуется волнообразной динамикой нуклеинового обмена: на молочном этапе отмечается десинхронизация метаболической активности в крупных и средних нейронах, что проявляется уменьшением концентрации нуклеиновых кислот в клетках средних размеров, и увеличением концентрации нуклеиновых кислот в крупных клетках; на переходном этапе выделяется пик метаболической активности, что проявляется увеличением концентрации нуклеиновых кислот в средних и крупных нейронах, а при переходе животных на дефинитивный корм снижение метаболической активности, как в средних, так и в крупных клетках.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Результаты исследований адаптационно-компенсаторной перестройки нервной ткани многокамерного желудка овец при искусственном выращивании являются критериями морфофункциональной оценки воздействия на организм заменителя овечьего молока Кольво-Старт, что можно использовать как дополнительную научную информацию раннего постнатального онтогенеза межмышечных нервных ганглиев и как информационную основу в учебном процессе в области анатомии, гистологии, физиологии, оформлении учебно-методических указаний.

2. Основные положения и выводы диссертации могут быть использованы в качестве теоретической основы при разработке биологически полноценных заменителей овечьего молока, а также для научных разработок при решении вопросов сохранности молодняка овец.

## **СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **В журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.**

1. Вечканова, Н.А. Особенности морфофункциональной адаптации интрамуральных ганглиев желудка ягнят при искусственном вскармливании / Н.А. Вечканова, О.С. Бушукина, В.А. Здоровинин // *Морфология*. – 2013. – Т. 144. – № 5. – С. 69 – 70.

2. Вечканова, Н.А. Морфологические изменения в интрамуральных ганглиях желудка ягнят при искусственном вскармливании / Н.А. Вечканова, О.С. Бушукина, В.А. Здоровинин // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2013. – Т. 215. – С. 49 – 53.

3. Вечканова, Н.А. Постнатальный морфогенез межмышечных ганглиев желудка овец при искусственном выращивании / Н.А. Вечканова, О.С. Бушукина, В.А. Здоровинин // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2014. – Т. 219. – С. 79 – 83.

4. Вечканова, Н.А. Адаптационно-компенсаторная перестройка нервной ткани многокамерного желудка / Н.А. Вечканова, О.С. Бушукина // *Вестник новых медицинских технологий*. Электронное издание. – 2015. – № 1. – С. Публикация 2 – 5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5092.pdf>.

### **В других изданиях**

5. Вечканова, Н.А. Адаптивная перестройка в интраорганной иннервации стенок многокамерного желудка при искусственном вскармливании / Н.А. Вечканова // *Материалы II Всероссийской научно-практической конференции : Актуальные проблемы медико-биологических дисциплин*. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – С. 16 – 18.

6. Вечканова, Н.А. Морфологические особенности в нейроглиальной системе интрамуральных ганглиев желудка ягнят при искусственном вскармливании / Н.А. Вечканова, О.С. Бушукина, В.А. Здоровинин // *Материалы IX международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения и памяти доктора сельскохозяйственных наук профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации и Республики Мордовия Сергея Александровича Лапшина* : в 2 ч. Ч.1 : Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – С. 200 – 201.

## **Список сокращений**

В (%) – коэффициент по Майноту

ЗОМ – заменитель овечьего молока

МНС – метасимпатическая нервная система

НГИ – нейро-глиальный индекс

НК – нуклеиновые кислоты

Ув. – увеличение

ус. ед. – единица измерения концентрации НК

ЦНС – центральная нервная система

ЯЦО – ядерно-цитоплазматическое отношение

Подписано в печать 04.09.15. Усл. печ. л. 1.0  
Тираж 100 экз. Заказ № 855.

Типография Издательства Мордовского университета  
430005, г. Саранск, ул. Советская, 24