

УДК 591.4:636.4
ГРНТИ 34.41

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14055>

Сиразиев Р.З., д-р биол. наук, проф.

МОРФОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ ЭНДОМЕТРИЯ СВИНЕЙ

© Сиразиев Р.З., 2020

Резюме. Методами гистоморфологического и гистохимического анализа дана гистофизиологическая характеристика структурных элементов соединительной ткани эндометрия свиней в различных отрезках рогов матки в период половой охоты и разные сроки супоросности. Выявлены видоспецифические особенности, общие и локальные структурно-функциональные преобразования тканевых компонентов соединительнотканной основы собственной пластинки слизистой оболочки эндометрия в связи с изменением физиологического состояния организма самки. В соединительнотканых элементах эндометрия идентифицированы гликоген, нейтральные гликопротеины, гиалуронаты, кислые сульфатированные протеогликаны, РНК, общий и катионный белки, лизин, гистидин.

Ключевые слова: гистоструктура, эндометрий, соединительная ткань, гистохимия, гликоген, нейтральные и кислые сульфатированные гликопротеины, протеогликаны, гиалуронаты, общий и катионный белок, РНК, аргинин, гистидин, лизин.

UDC 591.4:636.4

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14055>

R.Z. Siraziev, Dr Biol. Sciences, Professor

MORPHOCHEMICAL CHANGES IN THE CONNECTIVE TISSUE OF THE ENDOMETRIUM OF PIGS

Abstract. The article presents histophysiological characteristics of structural elements of connective tissue of endometrium of pigs in various sections of uterus horns during rut and different periods of pregnancy obtained by methods of histomorphological and histochemical analysis. The investigation revealed species specific features, general and local structural and functional transformations of tissues components of connective tissue bases of proper mucosa of endometrium occurred due to physiological changes of female body. Glycogen, neutral glycoproteins, RNA, common and cationic proteins, lysine, histidine have been identified in connective tissues elements.

Key words: histostructure, endometrium, connective tissue, histochemistry, glycogen, neutral and acid sulfated glycoproteins, proteoglycans, hyaluronates, total and cationic protein, RNA, arginine, histidine, lysin.

Структурно-функциональная характеристика покровного и железистого эпителия матки и эпителиальной выстилки хориона, видовая специфика и закономерности гистотрофного и гематрофного питания в плаценте свиней нами освещены в прежних сообщениях. При 30-дневной супоросности в плодных участках рогов матки встречаемым разрастанием складчатого эндометрия и ворсинчатого хориона формируется плацентарная связь, которая в межплодовых и краниальных отрезках рогов наблюдается в 75 дней плодоношения [24]. В настоящей работе приводятся особенности микроструктуры и гистохимии соединительной

ткани эндометрия.

Цель настоящей работы состоит в изучении морфофункционального состояния и преобразований, происходящих в соединительнотканной основе эндометрия свиней при различных физиологических состояниях.

Материал и методы исследований. Классическими гистологическими, современными микрометрическими, стереометрическими, гистохимическими и биометрическими методами изучалась микроморфологическая и морфохимическая организация тканевых элементов слизистой оболочки матки и плаценты в плодных, межплодовых участках и верхушках

(краниальные отрезки) рогов матки основных 2-4-летних свиноматок крупной белой породы, содержащихся в промышленных условиях и находящихся в состоянии охоты, при различных датируемых сроках супоросности (7-, 15-, 30-, 45-, 60-, 75-, 90-, 105 дней), по три животных в каждой группе. Половую охоту определяли использованием хряка-пробника, сроки беременности – по зоотехнической документации.

Пробы тканей консервировались в 10% растворе нейтрального формалина, фиксаторах А.Л. Шабадаша и Карнуа. Микроморфологию описывали на препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, железным гематоксилином по Гейденгайну, пикрофуксином по ван Гизон [22, 23].

Доли или удельные показатели собственной пластинки эндометрия определяли высчитыванием соотношения объемных величин тканевых структур [1]. Математические данные микрометрических, стереометрических измерений подвергнуты биометрической обработке по Р.З. Сиразиеву и др. [26], компьютерному программному анализу с выявлением критерия достоверной разницы и корреляции.

Углеводные вещества выявляли проведением ШИК-реакции [30], окрашиванием основным коричневым [31], альциановым синим при рН 1,0 [36] и при рН 2,7 [38], толуидиновым синим при рН 4,6 [6].

Для дифференциации общего белка применяли метод тетразониевого сочетания с использованием прочного синего Б [20] и бромфеноловый синий (БФС) при рН 2,2 [40]. Свободный катионный белок выявляли БФС при рН 8,2 [40]. Постановкой реакции Эйнарсона с галлоцианином и хромовыми квасцами [20] и пиронином G с метиловым зеленым по Браше в усовершенствовании N.V.Kurnick определяли наличие РНК в тканевых элементах стромы [35]. Аминокислоты лизин и гистидин обнаруживали остазиновыми красителями [21]. Тиазиновый красный при рН 8,2 использовали для выявления аргинина [32].

Идентификацию углеводных соединений, аминокислот и РНК проводили постановкой методов химического и ферментативного контроля [6, 14, 16, 20, 27, 32, 33, 34, 39, 42].

Результаты исследований и их анализ. Гистофизиологическому анализу тканевых компонентов стромы эндометрия свиней уделено недостаточно внимания. Между тем, структурно-функциональные преобразования

эпителиев, выстилающих собственно слизистую и эндометральные железы, тесно сплетены с морфофункциональными изменениями, происходящими в соединительнотканной основе слизистой оболочки матки, которая включает базальные мембраны, межклеточное бесструктурное вещество матрикса, клетки и волокна, обеспечивающие опорную, протективную, метаболическую и пластическую функции [25].

В слизистой оболочке разных участков рогов матки свиней в доплацентарный период установлены локальные микроморфологические и функциональные дифференциации. Так, в верхушках рогов толщина слизистой оболочки в период охоты превосходит таковую в среднем отрезке (рис. 1).

В.Ф. Коваленко [15], касаясь явления локальной дифференциации физиологических процессов в матке, сообщает о неодинаковом количестве структурных элементов и асинхронности протекания метаболических процессов у холостых свиней на участках рогов ближе к телу матки, в середине и краниальных участках.

При ранней супоросности (7-15 дней) собственная пластинка в краниальных участках рогов достоверно утончается ($P < 0,001$). В среднем отрезке рогов, наоборот, к 15 дням эндометрий утолщается ($P < 0,001$). На фоне выраженного уменьшения доли стромального компонента (рис. 3; $P < 0,001$), наблюдается существенное увеличение паренхимо-стромального коэффициента (4,5-5,9 раза), что обусловлено влиянием имплантирующихся и развивающихся эмбрионов.

Слизистая оболочка матки свиней становится тоньше с увеличением сроков супоросности. При этом в разных участках рогов эти преобразования вначале протекают одинаково, в последующие сроки носят разновекторный характер (рис. 1). В краниальных участках рогов эндометрий утончается до завершения беременности, в плодных участках – до 75 дней, а в межплодовых отрезках – до 90 дней, далее слизистая оболочка матки становится толще. В различные сроки плодоношения выявлены асинхронные изменения удельных долей сосудистого (рис. 2) компонента и стромы (рис. 3). В начале беременности за счет секреторной активности покровного и железистого эпителиев зародыши питаются эмбриотрофом (гистотрофное питание), соответственно удельная доля стромы на этом фоне заметно уменьшается. Утончение слизистой оболочки матки происходит от верхушек рогов к плодным

участкам. Развитие плацентарных связей в местах расположения плодов при 1-месячной беременности обеспечивает усиление питания предплодов через кровь (гематрофное питание), при этом в краниальных отрезках рогов происходит нарастание удельного объема стромального компонента эндометрия. Позднее аналогичная динамика наблюдается на участках, расположенных между плодами. В 75 дней

плодоношения гематрофное питание развивается в верхушках рогов и межплодовых отрезках рогов за счет расширения плацентарной связи, что приводит к заметному нарастанию удельной доли сосудов, при этом удельный объем стромального компонента эндометрия становится значительно меньше и сохраняется на этом уровне до конца беременности.

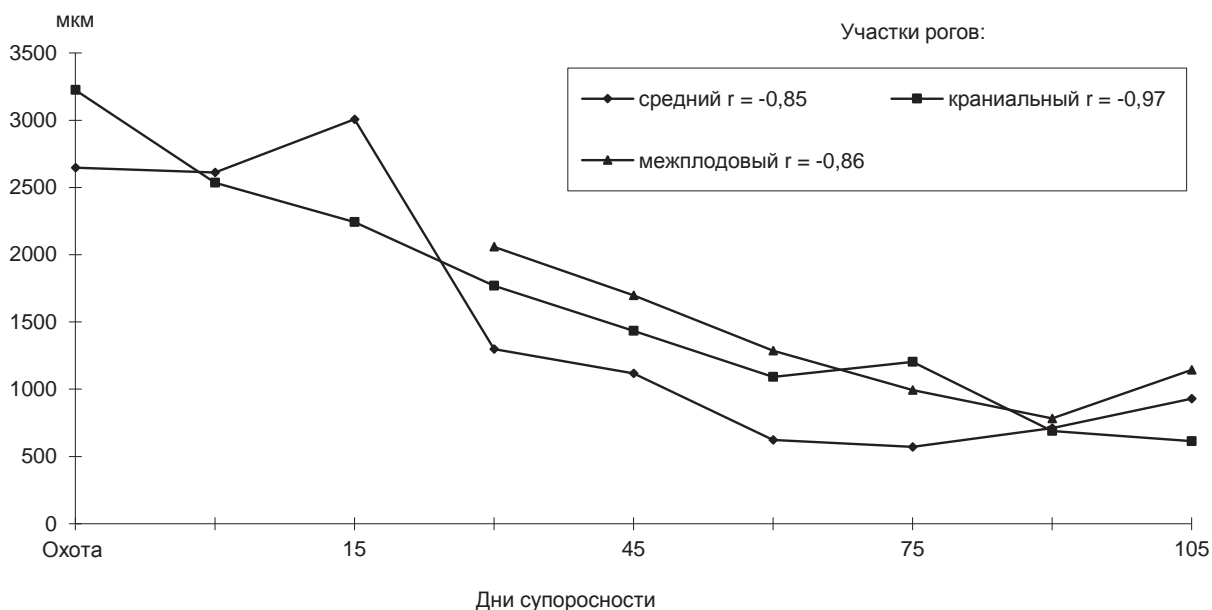


Рис.1. Изменение толщины эндометрия

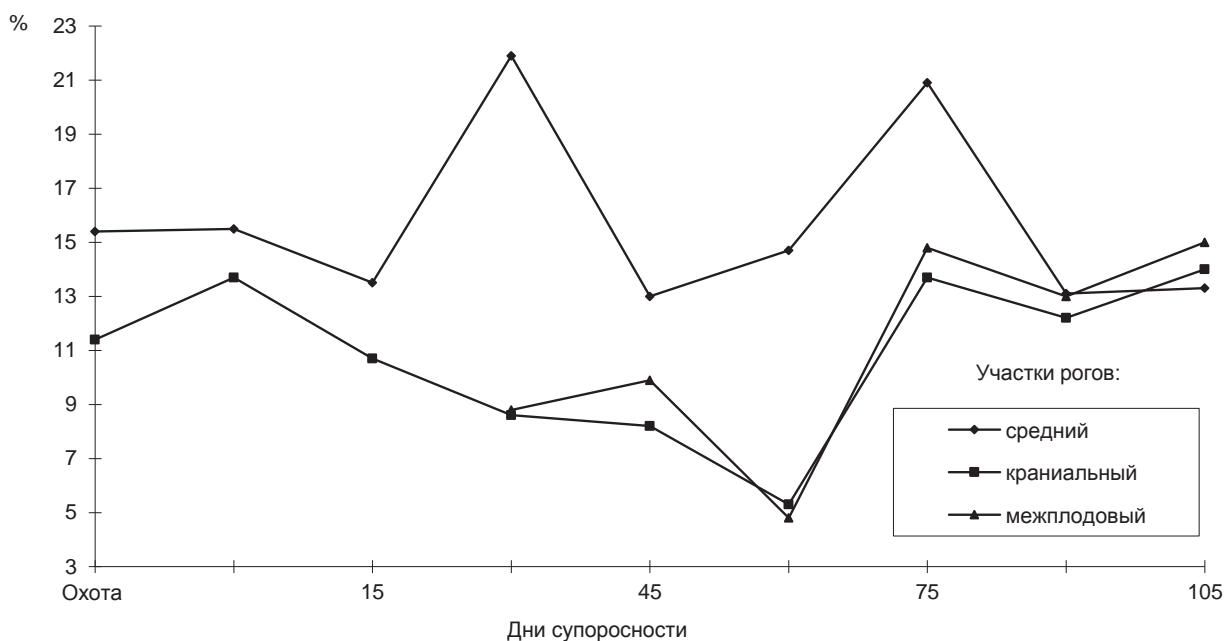


Рис. 2. Изменение доли кровеносных сосудов эндометрия

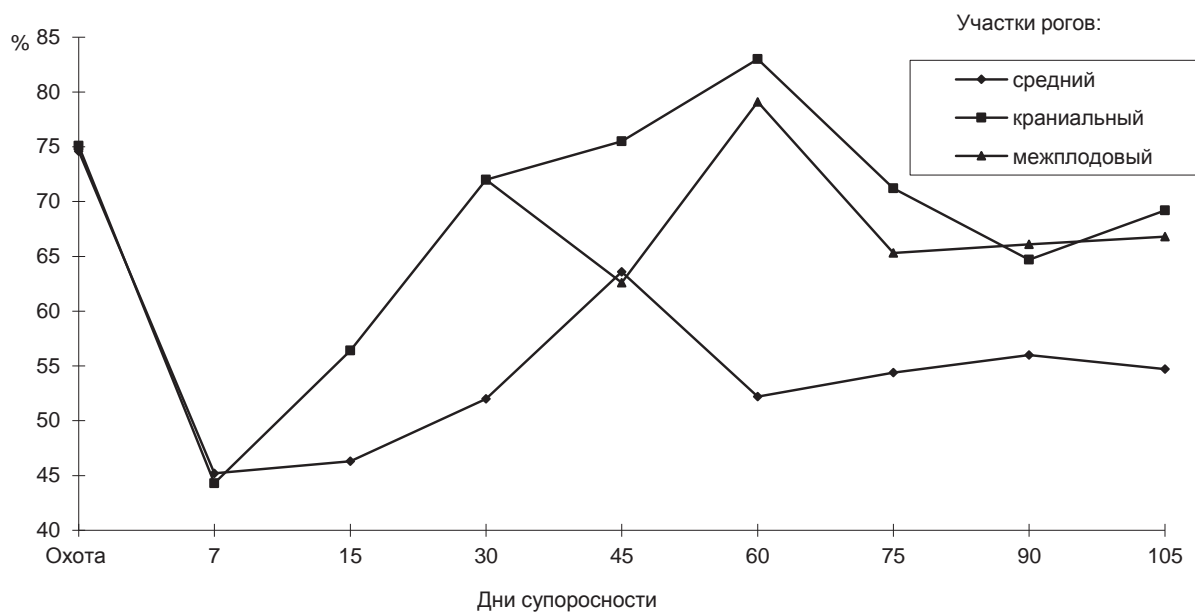


Рис. 3. Изменение доли соединительной ткани эндометрия

Коллагеновые волокна и соединительно-тканые клетки собственно слизистой содержат углеводные биополимеры - нейтральные гликопротеины, кислые сульфатированные протеогликаны, белковые соединения - общий и катионный белки, аминокислоты - аргинин, лизин, гистидин. Уровень названных веществ и РНК в клеточных элементах стромы слизистой оболочки неодинаков. Содержание нейтральных гликопротеинов, кислых сульфатированных протеогликанов, а также гиалуроновой кислоты, и вышеназванных белковых биополимеров в сосудистых стенках увеличивается от внешней адвентициальной оболочки к внутренней - интима. В цитоплазме эндотелиальных клеток интимы выявляется РНК. Высоким уровнем катионного белка отличаются клеточные элементы крови в просвете сосудов, несколько меньшим - базальные мембраны железистого и покровного эпителиев. В спонгиозной (компактном, губчатом слое) зоне собственной пластинки содержание кислых сульфатированных протеогликанов и карбоксилированных гиалуронатов преобладает над базальным слоем эндометрия, нейтральные гликопротеины в большем количестве обнаруживаются под покровным эпителием вдоль базальной мембраны.

Протеогликаны и олигосахаридные цепи гликозаминогликанов - это мультифункциональные важнейшие соединения соединительнотканной основы, базальных мембран. Молекулы протеогликанов включают отрицательно

заряженные (ШИК-негативные), преимущественно сульфатированные гликозаминогликановые цепи, в меньшем количестве карбоксилированные (гиалуронаты). Они обуславливают гидронасыщенность, структурообразование названных тканей, регулируют упругость, прочность, вязкость, эластичность, миграцию, пролиферацию и дифференцировку, адгезию клеток, свертываемость крови [2, 4, 12, 18, 29].

Концентрация соединительнотканых клеток значительно выше в спонгиозной зоне собственной пластинки эндометрия. Количество их больше в охоте, в начальные и поздние сроки беременности. На наш взгляд, это обусловлено высоким уровнем эстрогенов, влиянием гормонов эмбрионов, плодов и тканей плаценты. Среди клеточных элементов стромы эндометрия обнаруживаются фибробласты, плазматические клетки, клетки лейкоцитарного ряда, тучные клетки (тканевые базофилы, лаброциты, мастоциты).

В собственно слизистой обнаруживаются плазматические клетки, цитоплазма которых проявляет высокую насыщенность РНК. Они в большем количестве локализуются около стенки кровеносных сосудов или в губчатой зоне эндометрия ближе к покровному эпителию. В собственной пластинке слизистой выявляются ШИК-позитивные амилазоустойчивые углеводные соединения (нейтральные гликопротеины). Плазмоциты и лейкоциты проникают в эпителиальный пласт. Численность

плазматических клеток в эндометрии несколько нарастает к концу плодношения, что, по-видимому, связано с завершением гестационной доминанты и скорым наступлением родов, так как геном плодов по отношению к матери имеет антигенную природу. На сегодня моноядерным лейкоцитам и плазматическим клеткам уделяется пристальное внимание в связи с их участием в иммунных реакциях. Поскольку плазмоциты являются продуцентами широкого класса иммуноглобулинов и наряду с клетками лимфоцитарного ряда, обеспечивают локальную и системную протективную функцию на тканевом, органном и организменном уровнях [5].

В строме слизистой оболочки матки в период половой охоты и в различные периоды супоросности нами выявлено присутствие отдельных немногочисленных тканевых базофилов. Существующие научные данные отмечают полипотентные функциональные отправления тучных клеток в тканях организма. Тучные клетки играют ключевую роль в иммунных реакциях [5]. Они участвуют в поддержании тканевого постоянства короткого микроокружения, участвуют в выведении продуктов обмена веществ [7], выступают в качестве регуляторов биоаминового обмена (гистамин, серотонин, катехоламины) в эндометрии [10]. Некоторые исследователи считают их одноклеточными железами, указывают на их участие в паракринной регуляции [8], стрессовых нарушениях микроциркуляции [17], в процессе развития рака [11]. Доказана роль тканевых базофилов в воспалении [13].

Гистохимическими методами в тучных клетках нами обнаружены ШИК-отрицательные сульфатсодержащие протеогликаны и гликозаминогликаны, рибонуклеиновая кислота, общий белок, аминокислоты – гистидин, аргинин, лизин.

В настоящее время известно, что отрицательно заряженные, богатые сульфатированными группами гликозаминогликановые цепочки протеогликанов связываются с противоположно заряженными аргинином и лизином. Подобным образом протеогликаны вступают во

взаимодействие с фибронектином. Образование эластиновых волокнистых нитей происходит в присутствии функциональных групп лизина [4, 34, 42].

Сульфатсодержащие гликозаминогликаны ингибируют ферменты, лизирующие белки основного вещества стромы, подавляют образование проводников воспалительного процесса, путем сокрытия чужеродных факторов и отключения хемотаксиса, блокируют регулируемый процесс программируемой клеточной гибели (апоптоз), вызванный агрессивными детерминантами повреждения, угнетают образование жировых соединений, тормозят разрушение тканей [19]. Сульфатированные гликозаминогликаны участвуют в синтезе фибриллярных нитей из протофибриллов, программируют их линейные показатели, пространственное расположение, связывают фибриллярные структуры в коллагеновые волокна [9, 28, 34, 42].

Заключение. Строма эндометрия выполняет чрезвычайно активную роль, являясь неотъемлемым структурным элементом и одновременно - отражением гистофизиологических преобразований, происходящих в других тканевых компонентах стенки матки. Морфофункциональные изменения, происходящие при различных физиологических состояниях в волокнистых, клеточных элементах, межклеточном матриксе соединительнотканной основы эндометрия опосредованы через обширный перечень биополимеров - гликопротеинов, протеогликанов, липопротеинов, гликозаминогликанов, белковых соединений, нуклеиновых кислот, аминокислот, широкий спектр биологически активных веществ - биоаминов, простагландинов, детерминанты хемотаксиса, тромбосаны, кинины, лейкотриены, гормоны, иммуноглобулины, факторы роста и многие другие биокомпоненты, доставляемые диффузно током крови, а также синтезируемые резидентными и мигрирующими клетками собственной пластинки - тканевыми базофилами, плазмоцитами, клетками фибробластического ряда, лейкоцитами, обеспечивающими локальный тканевой и органнй гомеостаз.

Список литературы

1. Автандилов, Г.Г. Основы количественной патологической анатомии. / Г.Г. Автандилов. - Москва, Медицина, 2002. - 240 с.
2. Албертс, Б.Б. Молекулярная биология клетки: в трех томах / Б. Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф [и др.] ; перевод с английского Т. Я. Абрамовой [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Мир, 1994. - Т.2. - 539 с.
3. Бурков, И.А. Тучные клетки в эндометрии свиней в период эструса и ранней беременности /И.А. Бурков, Т.П. Трубицина // Бюл. ВНИИ физиологии, биохимии и питания с.-х. животных. -1977. - Вып. 1. - С.55-58.

4. Вавилова, Т.П. Биохимия тканей и жидкостей полости рта. / Т.П. Вавилова. – Москва: Издат. группа «ГЭОТАР-Медиа», 2012. – 203 с.
5. Васильева З.Ф. Иммунологические основы акушерской патологии /З.Ф. Васильева, В.Н. Шабалин. - Москва: Медицина, 1984. - 192 с.
6. Виноградов, В.В. Скрытая метахромазия - новый метод гистохимического выявления сиаломуцинов / В.В. Виноградов, В.Б. Потапова // *Арх. анат., гистол., и эмбриол.* - 1964. - Т. 47. - Вып. 11. - С. 69-75.
7. Виноградов, В. В. Полифункциональны ли тучные клетки? // *Тучные клетки соединительной ткани: Материалы симпозиума о природе и функции тучных клеток на 3 Всесоюз. совещ. по соединительной ткани (Новосиб., 25-30 янв.1968 г.)*, - Новосибирск: Наука, Сибир. отд-ние, 1968, С.26-32.
8. Гниломедова, Л.П. Топография тучных клеток яичников коров черно-пестрой породы: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук: 16.00.02 / Гниломедова Лариса Павловна; Моск. гос. академия вет. медицины и биотехнологии. - Москва, 1998. - 16 с.
9. Горбунова, К.С. Регулирование фибробластических процессов в склеральной ране при помощи сульфатированных гликозаминогликанов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук.: 14.01.07 / Горбунова Ксения Сергеевна; Межотраслевой науч.-техн. комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. Святослава Федорова. - Москва, 2013. - 24 с.
10. Диндяев, С.В. Тучные клетки эндометрия матки крыс в системе ее биоаминового обмена / С.В. Диндяев // *Успехи современного естествознания.* -2007. - № 10. - С. 26-29.
11. Дзодзикова, М.Э. Тучные клетки человека и животных в процессе развития рака молочной железы: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук : 03.00.25 / Дзодзикова Маргарита Эльбрусевна; Рос. ун-т дружбы народов (РУДН). - Москва, 2005. - 46 с.
12. Ермакова, И. И. Протеогликаны культуры миобластов L6J1: характеристика и влияние на адгезию, пролиферацию и дифференцировку миобластов: автореф. дис. на соиск.учен. степ. канд. биол. наук : 03.00.25 / Ермакова Ирина Игоревна; Ин-т цитологии РАН]. - Санкт-Петербург, 2008. - 20 с.
13. Ерохина, И.Л. Реакция популяции тучных клеток легких при бронхиальной астме у крыс на действие β-адреноблокаторов / И. Л. Ерохина, П.А. Ворончихин, С.В. Оковитый, О.И. Емельяненко // *Цитология.* - 2013. - Т. 55. - №7. - С. 472-474.
14. Игумнов, Г. А. Некоторые гистоморфологические и гистохимические показатели полового тракта коров [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. вет. наук. (801) / Игумнов. Г.А.; Бурятский с.-х. ин-т. - Улан-Удэ, [б. и.], 1968. - 17 с.
15. Коваленко, В.Ф. Результат исследований и разработка методов управления репродуктивной функцией свиней / В.Ф. Коваленко // *Свиноводство.* - 1998. - №1. - С.30-32.
16. Кононский, А.И. Гистохимия. /А.И. Кононский. - Киев: Вища школа, 1976, 278 с.
17. Копылова, Г.Н. Участие тучных клеток в стрессовых нарушениях микроциркуляции брыжейки / Г.Н. Копылова, Е.А. Смирнова, Л.Ц. Санжиева, Б.А. Умарова, Т.В. Лелекова, Г.Е. Самонина // *Вестник Московского ун-та. Серия: 16. Биология.* - 2006. - Т. 16. - №2. - С. 6-9.
18. Максименко, А.В. Эндотелиальный гликокаликс системы кровообращения. I. Обнаружение, компоненты, структурная организация /А.В. Максименко, А.Д. Турашев // *Биоорганическая химия.* - 2014. - Т. 40. – № 2. – С. 131-141.
19. Панасюк, А.Ф. Хондроитинсульфаты и их роль в обмене хондроцитов и межклеточного матрикса хрящевой ткани / А.Ф. Панасюк, Е.В. Ларионов // *Научно-практическая ревматология.* - 2000. - № 2. – С. 46-55.
20. Пирс, Э. Гистохимия теоретическая и прикладная /Э. Пирс – Москва: Иностранная литература, 1962, 962 с.
21. Попов, А. П. К вопросу о применении дихлортриазиновых красителей в гистохимии / А. П. Попов // *Исследования по морфологии и физиологии сельскохозяйственных животных : [Сб. статей] / Благовещ. с.-х. ин-т; [Редкол.: Батоев Ц. Ж. (отв. ред.) и др.]*. - Благовещенск : БСХИ, 1981. - С.36-38.
22. Ромейс, Б. Микроскопическая техника / Б. Ромейс. – Москва: Иностран. лит., 1953, 718 с.
23. Роскин, Г.И. Микроскопическая техника / Г.И. Роскин, А.Б. Левинсон.- Москва: Сов. наука, 1957. – 468 с.
24. Сиразиев, Р. З. Морфофункциональные изменения в матке свиней при различных физиологических состояниях и в эксперименте : автореф. дис. на соиск. учен. степ. доктора биол. наук : 16.00.02 / Сиразиев Ромазан Закарьянович; Бурятская гос. сельскохозяй. академия им. В. Р. Филиппова. - Улан-Удэ, 1999. - 35 с.
25. Сиразиев, Р.З. Гистоструктура и гистохимическая характеристика соединительной ткани эндометрия свиней /Р.З. Сиразиев // *Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: Сб. статей юбил. междунар. науч.- практ. конф., посвящ. 60-летию образов. ун-та и 5-летию сотрудничества Алтайского ГАУ с институтами Германии.* - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. Ч. III. – С. 276-283.
26. Сиразиев, Р.З. Статистический анализ математических данных в биологии /Р.З. Сиразиев, Л.М. Малакшинова, Н.Б. Садуев, Г.А. Игумнов, Р.Ц. Цыдыпов. -Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2005. - 73 с.
27. Сиразиев, Р.З. Оптимальная схема гистохимической идентификации углеводов и функция их отдельных соединений / Р.З. Сиразиев, Б.Ц. Гармаев // *Ветеринарный врач.* - 2014. -№ 5. – С. 13-18.

28. Тахчиди, Х.П. Функциональное значение комплекса сульфатированных гликозаминогликанов в регуляции пролиферации фибробластов *in vitro* /Х.П. Тахчиди, С.В. Новиков, А.В. Шацких, Е.Х. Тахчиди, К.С. Горбунова // Морфология. - 2012. -№ 5. – С. 49-54.
29. Тищенко, Е.Г. Регуляторные эффекты взаимодействия гликозаминогликанов углеводной выстилки люминальной сосудистой поверхности с низко- и высокомолекулярными лигандами /Е.Г. Тищенко, А.Д. Турашев, А.В. Максименко // Кардиологический вестник. - 2007. - Т.2 - № 2. – С. 68-71.
30. Шабадаш, А.Л. Рациональная методика гистохимического обнаружения гликогена и ее теоретическое обоснование /А.Л. Шабадаш //Изв. АН СССР: Сер. биол. - 1947. -№ 6. - С. 745-760.
31. Шубич, М.Г. Метод элективной окраски кислых (сульфатированных) мукополисахаридов основным коричневым /М. Г. Шубич // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. - 1961. - №2. – С. 116-120.
32. Шубич, М.Г. Комплексное применение красителей в гистохимическом исследовании белков / М.Г. Шубич, Б.И. Рукавцов, Г.М. Могильная //Арх. анат. 1975. - Т. 68. - Вып. 4. - С. 52-59.
33. Шубич, М.Г. Гликопротеины и протеогликаны. Принципы их гистохимического анализа / М. Г. Шубич, Г.М. Могильная //Арх. анат. - 1979. -Т.77. - Вып. 8. - С. 92-99.
34. Kiernan, J.A. Carbohydrate histochemistry. Connection (Dako Inc. Scientific Magazine). - 2010. - № 14. – P. 68-78.
35. Kurnick, N.B. Histochemistry of nucleic acids / N.B. Kurnick //Int. Rev. Cytol. - 1955. - №4.- P. 221–268.
36. Lev, R. Specific staining of sulfate groups with alcian blue at low pH / R. Lev, S.S. Spicer // Histochem. and Cytochem. - 1964. - Vol.12.- №4.- P. 305-311.
37. Linhardt, R.J. Role of glycosaminoglycans in cellular communication / R.J. Linhardt, T. Toida //Accounts of Chemical Research. - 2004. - Vol.37. – № 7. – P. 431–438.
38. Mowry, R.W. Alcian blue techniques for the histochemical study of acidic carbohydrates. Histochem. and Cytochem. - 1956. - Vol.4. - №5.- P. 407-413.
39. Quintarelli, G. Histochemical identification of salivary mucins / G. Quintarelli // Ann. N.Y. Acad. Sci. - 1963. - Vol. 106. - №2.- P. 339-363.
40. Ringerts, N. Mechanism and specificity of the alkaline bromphenol blue binding reaction / N. Ringerts, A. Zetterberg //Exp. Cell. Res. - 1966. - Vol.42.- №2. - P. 243–259.
41. Spicer, S.S. Methods for localizing mucosubstances in epithelial and connective tissues /S.S. Spicer, J. G. Henson //Meth. Archiv. Exp. Pathol. - 1967. - № 2. - P. 78-112.
42. Varki, A. Essentials of Glycobiology / A. Varki, R. D. Cummings, J.D. Esko, H. Freeze, P. Stanley, C. Bertozzi, G. Hart, M. Etzler. // New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2009. - 784 p.

Reference

1. Avtandilov, G.G. Osnovy kolichestvennoi patologicheskoi anatomii (Fundamentals of Quantitative Pathological Anatomy), Moskva, Meditsina, 2002, 240 p.
2. Alberts, B.B., Brei, D., L'yuis, Dzh. Reff M. [i dr.] Molekulyarnaya biologiya kletki: v trekh tomakh (Molecular Biology of the Cell: in Three Volumes), perevod s angliiskogo T. Ya. Abramovoi [i dr.], 2-e izd., pererab. i dop., Moskva, Mir, 1994, T.2, 539 p.
3. Burkov, I.A., Trubitsina, T.P. Tuchnye kletki v endometrii svinei v period estrusa i rannei beremennosti (Mast Cells in the Endometrium of Pigs During Estrus and Early Pregnancy), Byul. VNII fiziologii, biokhimii i pitaniya s.-kh. zhivotnykh, 1977, Vyp. 1, PP.55-58.
4. Vavilova, T.P. Biokhimiya tkanei i zhidkostei polosti rta (Biochemistry of Tissues and Fluids of the Oral Cavity), Moskva, Izdat. gruppy «GEOTAR-Media», 2012, 203 p.
5. Vasil'eva Z.F., Shabalin, V.N. Immunologicheskie osnovy akusherskoi patologii (Immunological Bases of Obstetric Pathology), Moskva, Meditsina, 1984, 192 p.
6. Vinogradov, V.V., Potapova, V.B. Skrytaya metakhromaziya - novyi metod gistokhimicheskogo vyyavleniya sialomutsinov (Latent Metachromasia - a New Method for Histochemical Detection of Sialomucins), *Arkh. anat., gistol. i embriol.*, 1964, T. 47, Vyp. 11, PP. 69-75.
7. Vinogradov, V. V. Polifunksional'ny li tuchnye kletki? (Are the Mast Cells Multifunctional?), Tuchnye kletki soedinitel'noi tkani, Materialy simpoziuma o prirode i funktsii tuchnykh kletok na 3 Vsesoyuz. soveshch. po soedinitel'noi tkani (Novosib., 25-30 yanv. 1968 g.), Novosibirsk, Nauka, Sibir. otd-nie, 1968, PP.26-32.
8. Gnilomedova, L.P. Topografiya tuchnykh kletok yaichnikov korov cherno-pestroi porody (Topography of Ovarian Mast Cells in Black-and-White Cows), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. biol. nauk: 16.00.02, Gnilomedova Larisa Pavlovna; Mosk. gos. akademiya vet. meditsiny i biotekhnologii, Moskva, 1998, 16 p.
9. Gorbunova, K.S. Regulirovanie fibroblasticheskikh protsessov v skleral'noi rane pri pomoshchi sul'fatirovannykh glikozaminoglikanov (Regulation of Fibroblastic Processes in the Scleral Wound Using Sulfated Glycosaminoglycans), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. med. nauk: 14.01.07, Gorbunova Kseniya Sergeevna, Mezhotraslevoi nauch. - tekhn. kompleks «Mikrokhirurgiya glaza» im. akad. Svyatoslava Fedorova, Moskva, 2013, 24 p.
10. Dindyaev, S.V. Tuchnye kletki endometriya matki krysa v sisteme ee bioaminovogo obmena (Mast Cells of the Endometrium of the Rat Uterus in the System of Its Bioamine Exchange), *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2007,

No 10, PP. 26-29.

11. Dzodzikova, M.E. Tuchnye kletki cheloveka i zhivotnykh v protsesse razvitiya raka molochnoi zhelezy (Human and Animal Mast Cells in the Development of Breast Cancer), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. d-ra biol. nauk: 03.00.25, Dzodzikova Margarita El'brusovna; Ros. un-t druzhby narodov (RUDN), Moskva, 2005, 46 p.

12. Ermakova, I. I. Proteoglikany kul'tury mioblastov L6J1: kharakteristika i vliyanie na adgeziyu, proliferatsiyu i differentsirovku mioblastov (L6J1 Myoblast Culture Proteoglycans: Characteristics and Effects on Myoblast Adhesion, Proliferation, and Differentiation), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. biol. nauk : 03.00.25, Ermakova Irina Igo-revna, In-t tsitologii RAN], Sankt-Peterburg, 2008, 20 p.

13. Erokhina, I. L., Voronchikhin, P.A., Okovityi, S.V., Emel'yanenko, O.I. Reaktsiya populyatsii tuchnykh kletok legkikh pri bronkhial'noi astme u krysov na deistvie β -adrenoblokatorov (Reaction of the Population of Lung Mast Cells in Rats with Bronchial Asthma to the Action of β -Adrenoreceptor Blocking Agents),

Tsitologiya, 2013, T. 55, No 7, PP. 472-474.

14. Igumnov, G. A. Nekotorye gistomorfologicheskie i gistokhimicheskie pokazateli polovogo trakta korov [Tekst] (Some Histomorphological and Histochemical Parameters of the Sexual Tract of Cows), avtoref. dis. na soisk. uchen.step.kand. vet. nauk. (801), Igumnov, G.A.; Buryatskii s.-kh. in-t, Ulan-Ude, [b. i.], 1968, 17 p.

15. Kovalenko, V.F. Rezul'tat issledovaniy i razrabotka metodov upravleniya reproduktivnoi funktsiei svinei (Research Results and Development of Methods for Managing the Reproductive Function of Pigs), *Svinovodstvo*, 1998, No 1, PP. 30-32.

16. Kononskii, A.I. Gistokhimiya (Histochemistry), Kiev, Vishcha shkola, 1976, 278 p.

17. Kopylova, G.N., Smirnova, E.A., Sanzhieva, L.Ts., Umarova, B.A., Lelekova, T.V., Samonina, G.E. Uchastie tuchnykh kletok v stressovykh narusheniyakh mikrotsirkulyatsii bryzheiki (Participation of Mast Cells in Stress Disorders of Mesentery Microcirculation), *Vestnik Moskovskogo un-ta. Seriya: 16. Biologiya*, 2006, T. 16, No 2, PP. 6-9.

18. Maksimenko, A.V., Turashev, A.D. Endotelial'nyi glikokaliks sistemy krovoobrashcheniya. I. Obnaruzhenie, komponenty, strukturnaya organizatsiya (Endothelial Glycocalyx of the Circulatory System. I. Detection, Components, Structural Organization), *Bioorganicheskaya khimiya*, 2014, T. 40, No 2, PP. 131-141.

19. Panasyuk, A.F., Larionov, E.V. Khondroitinsul'faty i ikh rol' v obmene khondrotsitov i mezhkлетochnogo matriksa khryashchevoi tkani (Chondroitin Sulfates and Their Role in the Exchange of Chondrocytes and Intercellular Matrix of Cartilage Tissue), *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*, 2000, No 2, PP. 46-55.

20. Pirs, E. Gistokhimiya teoreticheskaya i prikladnaya (Theoretical and Applied Histochemistry), Moskva, Inostrannaya literatura, 1962, 962 p.

21. Popov, A. P. K voprosu o primenenii dikhlortriazinovykh krasitelei v gistokhimii (Re: Use of Dichlorotriazine Dyes in Histochemistry), Issledovaniya po morfologii i fiziologii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh, [Sb. statei], Blagoveshch. s.-kh. in-t, [Redkol.: Batoev Ts. Zh. (otv. red.) i dr.], Blagoveshchensk, BSKhI, 1981, PP. 36-38.

22. Romeis, B. Mikroskopicheskaya tekhnika (Microscopic Technique), Moskva, Inostr. lit., 1953, 718 p.

23. Roskin, G.I., Levinson, A.B. Mikroskopicheskaya tekhnika (Microscopic Technique), Moskva, Sov. nauka, 1957, 468 p.

24. Siraziev, R. Z. Morfofunktsional'nye izmeneniya v matke svinei pri razlichnykh fiziologicheskikh sostoyaniyakh i v eksperimente (Morphofunctional Changes in the Uterus of Pigs under Various Physiological Conditions and in the Experiment), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. doktora biol. nauk; 16.00.02, Siraziev Romazan Zakar'yanovich, Buryatskaya gos. sel'skokhoz. akademiya im. V. R. Filippova, Ulan-Ude, 1999, 35 p.

25. Siraziev, R.Z. Gistostruktura i gistokhimicheskaya kharakteristika soedinitel'noi tkani endometriya svinei (Histological Structure and Histochemical Characteristics of the Connective Tissue of the Endometrium of Pigs), Sovremennyye problemy i dostizheniya agrarnoi nauki v zhivotnovodstve i rastenievodstve, Sb. statei yubil. mezhdunar. nauch. - prakt. konf., posvyashch. 60-letiyu obrazov. un-ta i 5-letiyu sotrudnichestva Altaiskogo GAU s institutami Germanii, Barnaul, Izd-vo AGAU, 2003. Ch. III, PP. 276-283.

26. Siraziev, R.Z., Malakshinova, L.M., Saduev, N.B., Igumnov, G.A., Tsydyrov, R.Ts. Statisticheskii analiz matematicheskikh dannykh v biologii (Statistical Analysis of Mathematical Data in Biology), Ulan-Ude, Izd-vo BGSKhA, 2005, 73 p.

27. Siraziev, R.Z., Garmaev, B.Ts. Optimal'naya skhema gistokhimicheskoi identifikatsii uglevodov i funktsiya ikh odel'nykh soedinenii (Optimal Scheme of Histochemical Identification of Carbohydrates and the Function of Their Individual Compounds), *Veterinarnyi vrach*, 2014, No 5, PP. 13-18.

28. Takhchidi, Kh.P., Novikov, S.V., Shatskikh, A.V., Takhchidi, E.K., Gorbunova, K.S. Funktsional'noe znachenie kompleksa sul'fatirovannykh glikozaminoglikanov v regulyatsii proliferatsii fibroblastov in vitro (Functional Significance of the Complex of Sulfated Glycosaminoglycans in the Regulation of Fibroblast Proliferation in vitro), *Morfologiya*, 2012, No 5, PP. 49-54.

29. Tishchenko, E.G., Turashev, A.D., Maksimenko, A.V. Regulyatornye efekty vzaimodeistviya glikozaminoglikanov uglevodnoi vystilki lyuminal'noi sosudistoi poverkhnosti s nizko- i vysokomolekulyarnymi ligandami (Regulatory Effects of Interaction of Glycosaminoglycans of the Carbohydrate Lining of the Luminal Vascular Surface with Low- and High-Molecular Ligands), *Kardiologicheskii vestnik*, 2007, T.2, No 2, PP. 68-71.

30. Shabadash, A.L. Ratsional'naya metodika gistokhimicheskogo obnaruzheniya glikogena i ee teoreticheskoe

obosnovanie (Rational Method of Histochemical Detection of Glycogen and Its Theoretical Substantiation), *Izv. AN SSSR: Ser. biol.*, 1947, No 6, PP. 745-760.

31. Shubich, M.G. Metod elektivnoi okraski kislykh (sul'fatirovannykh) mukopolisakharidov osnovnym korichnevym (Method of Elective Coloring of Acidic (Sulfated) Mucopolysaccharides with Basic Brown), *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*, 1961, No 2, PP. 116-120.

32. Shubich, M.G., Rukavtsov, B. I., Mogil'naya, G.M. Kompleksnoe primeneniye krasitelei v gistokhimicheskom issledovanii belkov (Complex Application of Dyes in the Histochemical Study of Proteins), *rkh. anat.* 1975. - Т. 68. - Вып. 4. - S. 52-59.

33. Shubich, M.G., Mogil'naya, G.M. Glikoproteiny i proteoglikany. Printsipy ikh gistokhimicheskogo analiza (Glycoproteins and Proteoglycans. Principles of Their Histochemical Analysis), *Arkh. anat., gistol. i embriol.*, 1979, T.77, Вып. 8, PP. 92-99.

34. Kiernan, J.A. Carbohydrate histochemistry. Connection (*Dako Inc. Scientific Magazine*), 2010, No 14, PP. 68-78.

35. Kurnick, N.B. Histochemistry of nucleic acids, *Int. Rev. Cytol.*, 1955, No 4, PP. 221–268.

36. Lev, R., Spicer, S.S. Specific staining of sulfate groups with alcian blue at low pH, *Histochem. and Cytochem.*, 1964, Vol.12, No 4, PP. 305-311.

37. Linhardt, R.J., Toida, T. Role of glycosaminoglycans in cellular communication, *Accounts of Chemical Research*, 2004, Vol.37, No 7, PP. 431–438.

38. Mowry, R.W. Alcian blue techniques for the histochemical study of acidic carbohydrates, *Histochem. and Cytochem.*, 1956, Vol.4, No 5, PP. 407-413.

39. Quintarelli, G. Histochemical identification of salivary mucins, *Ann. N.Y. Academ. Sci.*, 1963, Vol. 106, No 2, PP. 339-363.

40. Ringerts, N., Zetterberg, A. Mechanism and specificity of the alkaline bromphenol blue binding reaction, *Exp. Cell. Res.*, 1966, Vol.42, No 2, PP. 243–259.

41. Spicer, S.S., Henson, J.G. Methods for localizing mucosubstances in epithelial and connective tissues, *Meth. Archiv. Exp. Pathol.*, 1967, No 2, PP. 78-112.

42. Varki, A., Cummings, R.D., Esko, J.D., Freeze, H. Stanley, P. Bertozzi, C., Hart, G. M. Etzler. Essentials of Glycobiology, New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2009, 784 p.

Информация об авторах

Сиразиев Ромазан Закарьянович, д-р биол. наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Бурятия, заслуженный работник высшей школы РФ; ФГБУ «Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория»; ул. Боткина, 4, г. Иркутск, Иркутская область, Россия; e-mail: srz1963@mail.ru.

Information about the authors

Romazan Z. Siraziev, Doctor of Biological Sciences, Professor, Irkutsk Interregional Veterinary Laboratory; 4, Botkina Str., Irkutsk, Irkutsk Region, Russia; e-mail: srz1963@mail.ru.