

мы, т.е. применение аппаратов не вызывало стресса. Однако разница показателей лейкограммы между контрольной и опытными группами животных недостоверна. Таким образом, изменение количества клеток крови в сторону уменьшения или увеличения мы связываем не с влиянием аппаратного воздействия на БАТ и в целом на организм, а с периодом после родов.

### **Выводы**

– профилактическое воздействие различными видами приборов способствовало более быстрому завершению инволюционных процессов в половых органах самок;

– показатели температуры тела, частоты пульса и дыхания на начало и конец опыта находились в пределах физиологической нормы; это указывает на то, что все виды аппаратного воздействия не являлись стрессором для подопытных животных;

– патологических сдвигов в морфологическом составе лейкоцитов через 10 дней после щенения не выявлено.

### **Литература**

1. Казеев Г.В. Ветеринарная акупунктура: науч.-практ. руководство. – М., 2000. – 398 с.
2. Колокольцова Е.А. Эффективность использования различных типов кормления племенных и пользовательных собак: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Кемерово, 2012. – 16 с.
3. Kolokolzova E.A. The use of natural and dry full feeds when breeding utility dogs // Modern technologies in the sphere of agricultural production and education: Collection of scientific articles of the I Regional Scientific-Practical Conference for students, postgraduates and teaching staff of the Siberian FD higher schools in the English language. – Кемерово, 2008 – P. 78–79.
4. Зубова Т.В., Еранов А.М. Опыт применения лазерной терапии в ветеринарном акушерстве // Вестник Алтай. гос. ун-та. – 2008. – № 14. – С. 37–39.



УДК 639.13:611.78

**Б.Ц. Гармаев, Р.З. Сиразиев, А.Д. Цыбикжапов**

### **ГИСТОМОРФОЛОГИЯ КОЖНОГО ПОКРОВА БАЙКАЛЬСКОЙ НЕРПЫ**

*В результате исследования кожи байкальской нерпы использованием комплекса гистологических и биометрических методов выявлены видоспецифические особенности и структурно-функциональные преобразования кожно-волосного покрова зверя в постнатальном периоде онтогенеза.*

**Ключевые слова:** байкальская нерпа, кожа, эпидермис, дерма, подкожная клетчатка.

**B.Ts. Garmaev, R.Z. Siraziev, A.D. Tsybikzhapov**

### **SKIN INTEGUMENT HISTOMORPHOLOGY OF THE BAIKAL SEAL**

*As a result of the Baikal seal skin study using a complex of histological and biometric methods the species-specific peculiarities and the structural-functional transformations of the animal skin-hair integument in the postnatal period of ontogenesis are revealed.*

**Key words:** Baikal seal, skin, epidermis, dermis, subcutaneous tissue.

---

**Введение.** Байкальский тюлень, или нерпа (*Pusa sibirica Gmein.*), является индикатором состояния и функционирования экосистемы озера Байкал и издавна привлекает большое внимание исследователей [1–4]. Вместе с тем микроморфология большинства органов байкальского тюленя до последнего времени остается слабоизученной. Принятые (строительство магистральных газо- и нефтепроводов) и планирующиеся (разви-

тие туризма) государственные программы по поднятию и развитию экономики Сибири и Дальнего Востока приведут к значительным антропогенным нагрузкам на биоценоз озера. Кожный покров наряду с другими органами и тканями играет существенную роль в адаптационных процессах животного к меняющимся условиям среды.

**Материал и методы исследований.** Материал для работы собирался межвузовскими и международными экспедициями в среднем и северном Байкале во время ледового (апрель), весеннего (май, ружейный отстрел, Чивыркуйский залив) и осеннего (октябрь-ноябрь, сетной лов, залив Провал) промысловых сезонов в период с 2007 по 2008 г. Пробы взяты у различных возрастных групп животных: щенки (белёк) – 1 месяц, кумуткан – 2,5 месяца; молодые животные – 1 год; половозрелые – 6 лет; взрослые особи – 10 лет, по три животных в группе.

Возраст определяли по годовым кольцам на цементе клыков (на окрашенных срезах декальцинированного зуба) или по годовым сегментам (до 6 лет) когтей [5, 8].

Материалом исследований служили кусочки кожи байкальской нерпы, взятые с различных участков тела (грудь, брюхо и спина), которые фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина, жидкости Карнуа, нейтральной фиксирующей смеси А.Л. Шабадаша, затем заключали в парафин. Гистоструктуру кожи изучали на срезах (толщиной 6–8 мкм) после окраски гематоксилин-эозином и по ван Гизон [6, 7]. При помощи окуляр-микрометра измеряли общую толщину кожи, толщину эпителиального покрова, сосочкового и сетчатого слоев дермы, а также подкожной жировой клетчатки. Подсчет количества волосных фолликулов и пучков, а также волос в пучке в дерме кожи производился на тангенциальных срезах в 30 полях зрения. Полученный числовой материал подвергался статистической обработке по [9] и с использованием компьютерных программ «Microsoft Excel». Вычисление достоверной разницы находили сопоставлением математических показателей каждой последующей группы животных с предыдущим возрастным периодом.

**Результаты собственных исследований.** Кожа байкальской нерпы представлена хорошо выраженными двумя слоями – эпидермисом и дермой. Эпидермис кожи включает базальный, шиповатый, зернистый и роговой слои. Блестящий слой в этой возрастной группе не выражен, он начинает просматриваться лишь с годовалого возраста. Клетки базального слоя столбчатой формы, их цитоплазма интенсивно окрашивается в фиолетово-черный цвет, по-видимому, окраска базальных клеток обусловлена присутствием пигментных веществ. Ядра эпителиоцитов округло-овальной или овальной формы, расположены на разных уровнях. Среди эпителиальных клеток встречаются митозы. В шиповатом слое, обычно в два ряда, находятся большие, с более светлой цитоплазмой полигональные клетки, которые имеют крупные центрально расположенные ядра. В гипохромной кариоплазме просматриваются глыбки гетерохроматина и ядрышки. Клетки зернистого слоя в эпителиальном пласте обнаруживаются в виде непостоянной прерывающейся цепочки, включающей неодинаковое количество – от 2–3 до 5 и более. Роговой слой по своей структуре рыхлый, значительной толщины, положительно реагирует на кератин, ядра клеток в нём не выявляются. На отдельных участках эпидермиса кожи отмечаются различные по величине и толщине отслаивающиеся поверхностные пласты эпителиальных чешуек.

Так, у одномесячных животных общая толщина кожи в области груди, брюха и спины существенно не отличается. В период от одномесячного до 2,5-месячного возраста толщина кожи в области груди и брюха достоверно увеличивается в 1,8 раза ( $P < 0,001$ ), в области спины – в 1,9 раза ( $P < 0,001$ ). У годовалых животных наибольшая толщина кожи отмечается в области брюха и груди, менее толстая – в области спины ( $63000,0 \pm 153,24$  мкм). По сравнению с 2,5-месячными особями у годовалых зверей в области груди и брюха кожа утолщается в 1,7 раза ( $P < 0,001$ ), в области спины – в 1,5 раза ( $P < 0,01$ ).

У животных за период от одного года до шести лет общая толщина кожи в области груди ( $P < 0,001$ ) и брюха ( $P < 0,01$ ) увеличивается в 1,2 раза, спины – в 1,3 раза ( $P < 0,001$ ). А у взрослых животных наиболее толстая кожа находится на брюхе, затем – в области груди и далее – в области спины. За весь исследуемый период постнатального онтогенеза общая толщина кожи байкальской нерпы в области груди увеличивается в 4,4 раза, брюха – в 5,2 раза и спины – в 4,6 раза. Приведенные данные показывают, что во всех возрастных группах из всех исследуемых участков наибольшая толщина кожи обнаруживается в области брюха.

У одномесячных животных толщина эпидермиса кожи в области груди, брюха и спины существенно не отличается. За последующие 1,5 месяца жизни толщина эпидермиса в области груди достоверно увеличивается в 1,1 раза ( $62,9 \pm 2,35$  мкм;  $P < 0,05$ ), в области брюха – в 1,5 раза ( $81,6 \pm 10,90$  мкм;  $P < 0,05$ ), в области спины – в 1,3 раза ( $72,2 \pm 2,24$  мкм;  $P < 0,05$ ).

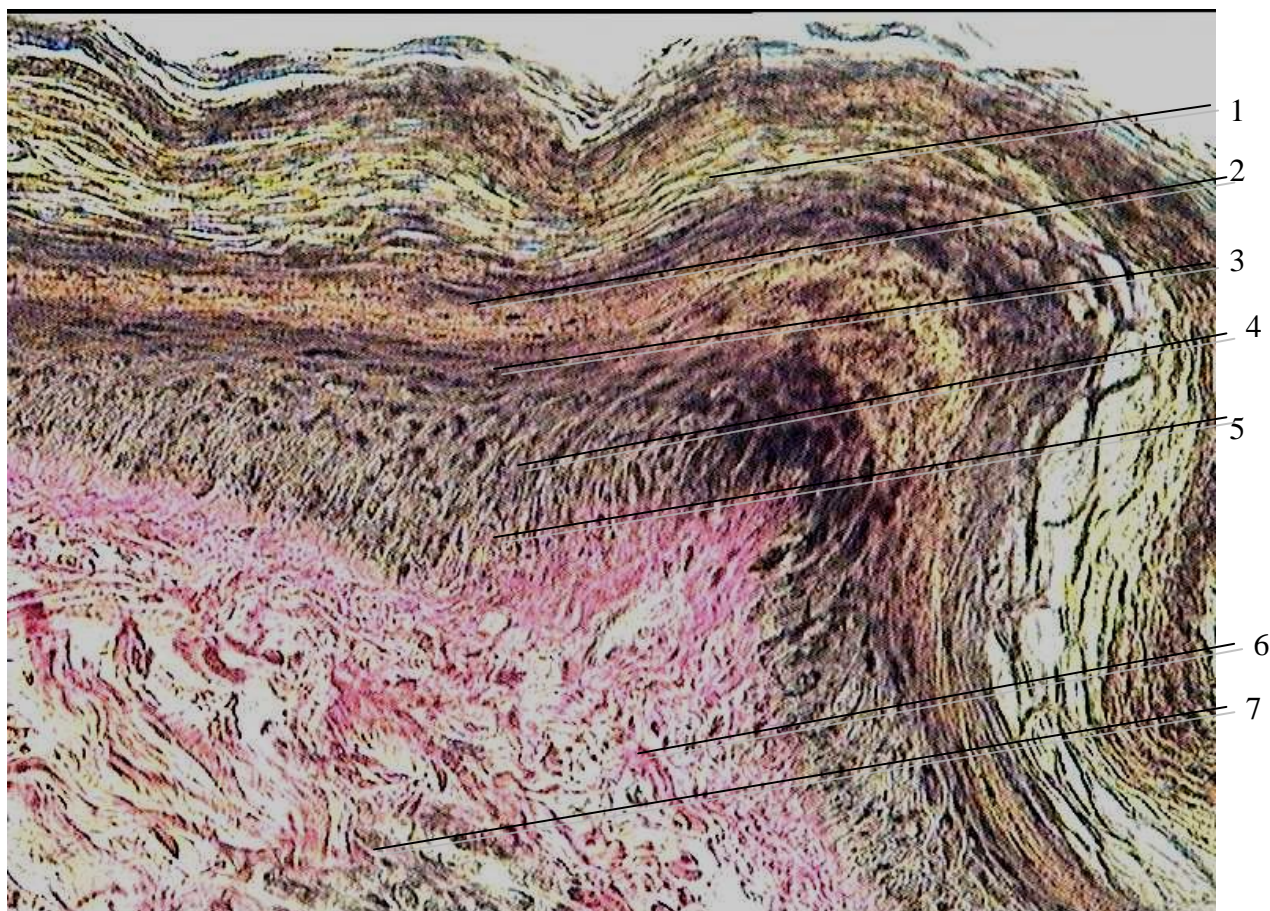
У годовалых особей наибольшую толщину эпидермис имеет в области брюха, менее толстый он в области груди и на спине. У животных этого возраста по сравнению с 2,5-месячными особями толщина эпидермиса в области груди увеличивается в 1,5 раза ( $P < 0,001$ ), спины – в 1,3 раза ( $P < 0,001$ ) и брюха –

в 1,3 раза. К шестилетнему возрасту толщина эпителиального покрова кожи в области спины равняется  $138,3 \pm 5,00$  мкм, меньшей толщины эпителиальный покров кожи на груди ( $123,3 \pm 3,44$  мкм), ещё тоньше он на спине. Толщина эпидермиса кожи в области груди увеличивается в 1,3 раза ( $P < 0,001$ ), в области брюха – в 1,3 раза и в области спины – в 1,2 раза ( $P < 0,01$ ).

У 10-летних животных толщина эпидермиса в области груди равняется  $136,2 \pm 2,76$  мкм ( $P < 0,01$ ), в области брюха –  $141,8 \pm 13,05$  мкм и в области спины –  $127,3 \pm 1,65$  мкм.

У одномесячных животных толщина дермы кожи в области груди составляет  $3900,0 \pm 55,36$  мкм, в области брюха –  $3400,3 \pm 46,94$  мкм и в области спины –  $3100,1 \pm 46,55$  мкм. У особей 2,5-месячного возраста наблюдается достоверное утончение дермы кожи в области спины и груди, а в области брюха дерма остается на прежнем уровне. В годовалом возрасте нерпы толщина дермы в области брюха достоверно утончается ( $P < 0,05$ ), а в области груди и спины, наоборот, утолщается ( $P < 0,001$ ). Основа кожи 6–10-летних зверей во всех исследуемых участках тела продолжает достоверно утолщаться ( $P < 0,001$ ), при этом в отмеченные возрастные периоды наибольшая толщина дермы кожи обнаруживается в области брюха.

Так, у 10-летних животных толщина дермы в области груди равняется  $6000,0 \pm 72,82$  мкм ( $P < 0,001$ ), брюха –  $6300,1 \pm 40,36$  мкм ( $P < 0,001$ ) и спины –  $5500,0 \pm 69,51$  мкм ( $P < 0,001$ ).



*Рис. 1. Кожа в области брюха байкальской нерпы (12 месяцев): 1 – поверхностный роговой слой; 2 – блестящий слой; 3 – клетки зернистого слоя; 4 – полигональные клетки шиповатого слоя; 5 – столбчатые клетки базального слоя; 6 – сосочковый слой дермы; 7 – пучки коллагеновых волокон. Карнуа, ван Гизон. Об. 40х, ок. 10х*

Сосочковый слой дермы состоит из тонких коллагеновых и эластических волокон, содержит волосяные фолликулы, сальные и потовые железы. Пучки коллагеновых волокон образуют густую и плотную вязь, которая в основном располагается в плоскости параллельной поверхности кожи, а часть ориентирована вертикально. В дерме кожи эластических волокон значительно меньше, чем коллагеновых, и располагаются они неравномерно. Коллагеновые волокна плотно оплетают сальные и потовые железы. Вокруг волосяных фолликулов они образуют соединительнотканное дермальное влагалище – капсулу.

Сетчатый слой дермы кожи нерпы состоит из более толстых пучков коллагеновых волокон, которые, в отличие от сосочкового слоя, на различных участках кожного покрова имеют различное направление, образуя войлокообразное переплетение (вязь).

Нами в дерме кожи байкальской нерпы выявлено войлокообразное переплетение (вязь) коллагеновых пучков. Коллагеновые пучки пересекаются под разными углами друг к другу и образуют замкнутые крупные и мелкие петли (ячейки), своими тупыми и острыми углами они обращены к поверхности кожи. Внутри каждой петли перпендикулярно её плоскости расположены один или два коллагеновых пучка, анастомозирующих друг с другом. В местах контакта пучков, формирующих петлю, могут образовываться соединения двух видов. В одних случаях два этих пучка соединяются при взаимном проникновении множества фибрилл, пучков фибрилл или волокон, а в других – область перекреста оплетается одним крупным волокном, играющим роль своеобразной муфты. Этот тип вязи характерен для кожи всей поверхности спины, груди и брюха.

Потовые железы имеют типичное трубчатое строение и располагаются в нижних слоях сосочкового слоя. Они состоят из секреторного отдела и длинного выводного протока. Секреторный отдел не образует клубка, а изгибается в виде спирали, далее извивается и переходит в длинный выводной проток, который открывается в верхней трети волосяного фолликула, – волосяную воронку, но несколько ниже, чем таковой у сальных желез. Железистый эпителий концевых отделов представлен столбчатыми клетками неодинаковой высоты. Ядра гландулоцитов овальной формы и располагаются в центре. Выводные протоки потовых желез покрыты двухслойным кубическим эпителием. Под базальной мембраной эпителия секреторных отделов располагаются миоэпителиальные клетки, в округло-овальных ядрах которых отмечается мелкоглыбчатый гетерохроматин.



*Рис. 2. Кожа в области спины кумуткана (2,5-месячная нерпа). Тангенциальный срез: 1 – проток потовой железы; 2 – пучки коллагеновых волокон; 3 – наружный слой волосяной сумки; 4 – внутренний слой волосяной сумки; 5 – клетки наружного корневого влагаллища (волосяного фолликула); 6 – железистый эпителий. Карнуа, ван Гизон. Об. 40х, ок. 10х*

Сальные железы – это простые парные железы альвеолярного типа. Альвеолы сальной железы имеют в большинстве своем короткие протоки, открывающиеся в волосяной фолликул на уровне верхней трети волоса. Клетки, выстилающие железы, крупные, полигональной формы, в цитоплазме имеют много мелких вакуолей. Ядра клеток округлой формы. Ближе к покровному эпителию обнаруживаются железы, glandулоциты которых в цитоплазме содержат крупные вакуоли и имеют ядра меньшего размера, чем в таковых, расположенных глубже. К 10-летнему возрасту концевые отделы увеличиваются, и железы становятся разветвленными.



*Рис. 3. Кожа в области спины байкальской нерпы (6 лет). Тангенциальный срез: 1 – волосяные фолликулы; 2 – пучки коллагеновых волокон; 3 – сальная железа. Карнуа, ван Гизон. Об. 40х, ок. 10х*

Мышца-подниматель волоса в коже байкальской нерпы в исследуемые возрастные периоды нами не обнаружена.

У одномесячных бельков количество волосяных фолликулов в 1 см<sup>2</sup> кожи в области груди составляет 5000±447,3, спины – 5230±584,1 и наибольшая их численность обнаруживается на брюхе (5802±652,0). Количество волосяных пучков в 1 см<sup>2</sup> кожи в области груди составляет 1024±74,1, брюха – 1185±16,0 и спины – 1150±33,7. К 2,5-месячному возрасту на спине (6086±612,2) и особенно на груди (5463±701,8) их становится больше, а на брюхе – меньше. У 1–6-летних зверей численность волосяных фолликулов и пучков на единицу площади кожного покрова во всех исследуемых участках тела животного продолжает уменьшаться. Наименьшее количество волосяных фолликулов отмечается в области груди.

Процесс урежения волосяного покрова кожи нерпы наиболее выражен в 10-летнем возрасте в области груди, где насчитывается 1700±420,4 волос (P<0,05), в области брюха – 2107±370,5 (P<0,01) и в области спины – 2432±378,4.

По сравнению с бельками количество волосяных фолликулов на единицу площади кожи у десятилетних особей на спине уменьшается в 2,2 раза, на груди – в 2,9 раза и на брюхе – в 2,8 раза. У 10-летних жи-

вотных по сравнению с одномесячными особями численность волосяных пучков в 1 см<sup>2</sup> кожи в области груди уменьшается в 4,4 раза, брюха – в 4,9 раза и спины – в 4,5 раза.

С возрастом у байкальской нерпы количество волос и количество пучков в 1 см<sup>2</sup> кожи уменьшается, хотя количество волос в пучке увеличивается. Так, выявлено уменьшение количества пучков из четырех волос и увеличение численности пучков с пятью волосами. У особей от одномесячного до однолетнего возраста частота встречаемости пучков из четырех волос равна 41,1 %; далее из трех – 22,3; затем из пяти – 21,5 и шести волос – 11,7 %. На пучки, состоящие из двух, семи и восьми волос, приходится всего 3,%. У 6–10-летних животных количество пучков с 5 и 6 волосами становится больше. Пучки из пяти волос составляют 44,6 %; четырех – 32,6 и шести – 19,3 %, а на остальные категории пучков приходится 3,5 %.

По нашему мнению, при увеличении линейных размеров зверя закономерно увеличивается и площадь поверхности тела. С её увеличением разреживается волосяной покров, так как количество волосяных фолликулов, заложенных в коже нерпы во время эмбрионального развития, не изменяется.

С возрастом зверя отмечается увеличение содержания жира в подкожной клетчатке. Так, у бельков толщина жирового слоя составляет 2–2,1 см, или 83–86 %, а у 10-летних животных – уже 10–12 см, или 94–95 % от общей толщины кожи .

**Заключение.** Таким образом, от одномесячного до 10-летнего возраста толщина эпидермиса кожи байкальской нерпы в области груди увеличивается в 2,4 раза, брюха – в 2,6 раза, а в области спины – в 2,3 раза.

Анализ динамики микрометрических показателей дермы кожи байкальской нерпы свидетельствует, что в исследуемые нами сроки толщина основы кожи уменьшается до годовалого возраста. В различных участках тела зверя утончение дермы кожи носит асинхронный характер. Неравномерный процесс утончения дермы кожи в 2,5-месячном – годовалом возрасте в области груди, спины и брюха, на наш взгляд, обусловлен физиологическими особенностями животного. К 2,5-месячному возрасту кумуткан уже претерпевает линьку, приступает к самостоятельному добыванию пищи, что ведет к активизации двигательной активности, существенному преобразованию возрастной этологии животного с повышением нагрузки на кожный покров и соответствующей ей перестройке.

На наш взгляд, в сосочковом слое дермы коллагеновые волокна, направленные вертикально поверхности кожи, выполняют функцию своеобразных амортизаторов, а существующие сложные переплетения структурных систем в дерме кожи байкальской нерпы, с одной стороны, могут значительно растягиваться, а с другой – противодействовать сжатию. Это полностью соответствует функциональной нагрузке кожи в области груди и брюха, принимающих участие не только в постоянных и сложных движениях, но и испытывающих также давление, трение и травмы.

Одним из важных структурных элементов кожи наряду с другими органами и тканевыми компонентами, определяющими адаптацию организма к условиям окружающей среды, является волосяной покров, который существенно влияет на морфофункциональные особенности кожного покрова байкальской нерпы. Главными функциями волосяного покрова байкальской нерпы становятся защита поверхности тела от механических повреждений и облегчение передвижения в воде и по льду. Зверь хорошо скользит по снегу, льду, и в то же время упругие волосы не дают ему откатываться назад. В воде упругий волосяной покров, возможно, способен гасить мелкие завихрения воды, возникающие при плавании животного. Волосы байкальской нерпы собраны в пучки, которые располагаются достаточно правильными рядами – поперек длинной оси тела.

Нами установлено, что у байкальской нерпы кроме одного остевого волоса в пучке бывает один промежуточный и до 5–7 пуховых волос. Наиболее крупный в каждом пучке – остевого волос, который располагается впереди остальных волос и прикрывает их, предохраняя, по-видимому, мелкие волосы от механических воздействий. В волосяном покрове кожи байкальской нерпы уменьшение числа пучков и увеличение волос в пучке объясняется еще и тем, что мелкие пучки в процессе роста животного сливаются друг с другом, образуя более крупные. Кожа с составляющими ее слоями наибольшую толщину имеет на брюшной стороне туловища. Эта характерная особенность объясняется тем, что брюшная сторона этих животных подвергается наибольшим механическим воздействиям при передвижении по суше и льду. С другой стороны, ей необходима лучшая термоизоляция, так как на суше звери лежат преимущественно на холодных камнях или на льду на брюхе, а при плавании внутренние органы не защищены от переохлаждения толстым слоем мышц, как на спине.

Мы считаем, что важными функциями подкожного жирового слоя кожи байкальской нерпы являются защита внутренних органов от толчков и ударов, поддержание температуры тела на постоянном уровне.

Видообразование байкальской нерпы в Байкале определялось воздействием низких температур и водной среды. Нерпа прекрасно адаптировалась к конкретным экологическим условиям и успела выработать эффективные теплоизоляционные механизмы, направленные на поддержание гомеостаза. Структурно-

морфологическая адаптация кожного покрова обеспечила ей высокую выживаемость в условиях холодного и глубоководного водоема.

### Литература

1. *Гармаев Б.Ц.* Структурно-функциональная организация кожно-волосяного покрова байкальской нерпы. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2013. – 77 с.
2. *Ламажапова Г.П.* Органы иммунной системы байкальской нерпы. – М.: Спутник+, 2011. – 133 с.
3. *Пастухов В.Д.* Нерпа Байкала: биологические основы рационального использования и охраны ресурсов. – Новосибирск: Наука, 1993. – С. 271.
4. *Петров Е.А.* Нерпа Байкала: биологические основы рационального использования и охраны ресурсов. – Новосибирск: Наука, 2009. – С. 271.
5. *Пирс Э.* Гистохимия теоретическая и прикладная. – М.: Иностран. лит., 1962. – 962 с.
6. *Ромейс Б.* Микроскопическая техника. – М.: Иностран. лит., 1953. – 718 с.
7. *Роскин Г.И.* Микроскопическая техника. – М.: Сов. наука. 1957. - 468 с.
8. *Макеев В.В.* Гистоструктурные и некоторые гистохимические показатели кожи овец бурятского типа забайкальской породы: автореф. ... канд. биол. наук. – Ставрополь, 1973. – 18 с.
9. *Сиразиев Р.З.* Пособие по основам биометрии. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2004. – 48 с.

