СОВРЕМЕННАЯ ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО ЛЕПТОСПИРОЗАМ В ПРИБАЙКАЛЬЕ

Киселева Е.Ю. [1],
Корзун В.М. [1],
Борисов С.А. [1],
Бренёва Н.В. [1],
Тимошенко А.Ф. [2],
Шаракшанов М.Б. [1],
Балахонов С.В. [1]

[1] ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (664047, г. Иркутск, ул. Трилиссера, 78, Россия)
[2] ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» (664047, г. Иркутск, ул. Трилиссера, 51, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Киселева Евгения Юрьевна,
e-mail: e.kisseleva.2010@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Обоснование. *В настоящее время эпизоотическая ситуация по лептоспирозам в Прибайкалье изучена недостаточно. Выявление природных очагов инфекции, определение видового состава животных-носителей, этиологической структуры возбудителей лептоспирозов необходимо для планирования противоэпидемических мероприятий, а также для организации специфической профилактики.*
Цель исследования: *проанализировать современные особенности природной очаговости лептоспирозов на территории Прибайкалья.*
Материалы и методы. *Обследована территория девяти административных районов Иркутской области с 2011 по 2020 год. Отлов животных осуществляли в четырёх биотопах (околоводный, лугополевой, лесокустарниковый, остепнённый луг) и населённых пунктах. Всего добыто 1152 мелких млекопитающих 35 видов. Материал от зверьков изучен комплексом методов – бактериологическим, микроскопическим, серологическим (РМА), молекулярными (ПЦР, MALDI-Tof MS). Серогрупповая принадлежность изолированных культур определена в РМА, геномовид – на масс-спектрометре Microflex LT.*
Результаты. *Впервые выявлен природный очаг лептоспироза в черте г. Иркутска, в границах которого изолированы три культуры патогенных лептоспир (серогруппа Javanica) от мелких млекопитающих. Определены основные носители возбудителей инфекции в Прибайкалье (представители отряда насекомоядных: тундряная бурозубка, крупнозубая бурозубка, равнозубая бурозубка, обыкновенная бурозубка и отряда грызунов: полёвка-экономка, водяная полёвка, узкочерепная полёвка, серая крыса). По результатам РМА установлены серогруппы патогенных лептоспир (Icterohaemorrhagiae, Grippotyphosa, Javanica, Pomona, Sejroe, Autumnalis, Australis), всего серопозитивных проб – 2,4 ± 0,45 %. Титры антител у обследованных животных варьировали от 1 : 20 до 1 : 640. На основании результатов ПЦР-анализа средний показатель инфицированности зверьков изученной совокупности составил 16,4 ± 1,14 %. Положительные результаты в ПЦР получены у представителей 19 из 35 видов.*
Заключение. *В Прибайкалье доля животных, имевших контакт с патогенными лептоспирами, довольно высока. Природные очаги этой инфекции широко распространены в регионе; они формируются преимущественно в увлажнённых биотопах.*

Ключевые слова: *лептоспирозы, эпизоотологическое обследование, мелкие млекопитающие, Прибайкалье*

Статья получена: 04.06.2021
Статья принята: 07.10.2021
Статья опубликована: 17.11.2021

Для цитирования: Киселева Е.Ю., Корзун В.М., Борисов С.А., Бренёва Н.В., Тимошенко А.Ф., Шаракшанов М.Б., Балахонов С.В. Современная эпизоотологическая ситуация по лептоспирозам в Прибайкалье. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(5): 57-67. doi: 10.29413/ABS.2021-6.5.6

CURRENT EPIDEMIOLOGICAL SITUATION ON LEPTOSPIROSIS IN THE TERRITORIES ADJACENT TO LAKE BAIKAL

Kiseleva E.Yu. [1],
Korzun V.M. [1],
Borisov S.A. [1],
Breneva N.V. [1],
Timoshenko A.F. [2],
Sharakshanov M.B. [1],
Balakhonov S.V. [1]

[1] Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor (Trilissera str. 78, Irkutsk 664047, Russian Federation)
[2] Center of Hygiene and Epidemiology in Irkutsk Region (Trilissera str. 51, Irkutsk 664047, Russian Federation)

Corresponding author:
Evgeniya Yu. Kiseleva,
e-mail: e.kisseleva.2010@mail.ru

ABSTRACT

Background. *In presence the epizootiological situation on leptospirosis in the territories adjacent to Lake Baikal is not studied well. The showing up of natural focus, discovering of host animal's species composition and etiological structure of leptospirosis causative agents are essential to plan any epidemiological response and to organize the specific prophylaxis.*
Aim: *to analyze contemporary characteristics of leptospirosis natural foci at the territories adjacent to Lake Baikal.*
Materials and methods. *From 2011 till 2020 the territory of nine Irkutsk Region's administrative districts was investigated. Trapping has been done at four kind of sites (wetland, meadow, forest-shrub, steppificated meadow) and boroughs. 1152 small mammals which belonged to 35 species were collected. Collected samples were studied by complex of methods. Serogroup belonging was detected by micro agglutination and decomposition test, and genomic species – by Microflex LT mass analyzer.*
Results. *A leptospirosis natural foci in the Irkutsk city boundary was newly founded and there were isolated (from small mammals) four pathogenic cultures of leptospiras belonging to Javanica serogroup. Main hosts of causative agents at the territories adjacent to Lake Baikal were defined (insect-eating mammals: tundra shrew, large-toothed Siberian shrew, even-toothed shrew, shrew-mouse, and rodents: root vole, ground vole, narrow-skulled vole, sewer rat). By micro agglutination were defined pathogenic leptospirosis serogroups (Icterohaemorrhagiae, Grippotyphosa, Javanica, Pomona, Sejroe, Autumnalis, Australis), all over 2.4 ± 0.45 % seropositive. Antibody dilution at survey animals ranged from 1 : 20 to 1 : 640. On the grounds of PCR results the mean value of infected animals in studied sample was 16.4 ± 1.14 %. Positive PCR findings were at 19 from 35 animal species.*
Conclusion. *At the territories adjacent to Lake Baikal In the Baikal region, the proportion of animals that have had contact with pathogenic leptospira is quite high. Natural focus of this infection are highly pervasive in this region, they are evolved mainly in dewy sites.*

Key words: *leptospirosis, epizootological survey, small mammals, the territories adjacent to Lake Baikal*

Received: 04.06.2021
Accepted: 07.10.2021
Published: 17.11.2021

For citation: Kiseleva E.Yu., Korzun V.M., Borisov S.A., Breneva N.V., Timoshenko A.F., Sharakshanov M.B., Balakhonov S.V. Current epidemiological situation on leptospirosis in the territories adjacent to Lake Baikal. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(5): 57-67. doi: 10.29413/ABS.2021-6.5.6

ВВЕДЕНИЕ

Лептоспирозы – группа нетрансмиссивных природно-очаговых инфекций бактериальной природы, занимающих одно из ведущих мест среди зоонозов по широте распространения природных и антропургических очагов [1, 2, 3, 4, 5].

В Прибайкалье случаи лептоспирозной инфекции официально начали регистрировать с 1951 г. Заболевание чаще выявляли среди населения, проживающего в районах с развитым животноводством. Контингент заболевших составляли скотники, доярки, телятницы, свинарки, рабочие мясокомбинатов, ветеринарные работники, охотники-промысловики. Заражение людей происходило контактным и водным путями, основными источниками инфекции служили свиньи, крупный рогатый скот и различные виды мелких млекопитающих [6, 7, 8].

Впервые целенаправленное изучение территорий Прибайкалья на лептоспироз провели с 1967 по 1973 г. сотрудники Иркутского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии. Были обследованы 15 районов Иркутской области, обработан значительный объём полевого материала от диких мелких млекопитающих (n = 1026), проведено большое количество серологических реакций сывороток крови людей (n = 4127) и сельскохозяйственных животных (n = 4784). Обширные исследования позволили выявить природные очаги заболевания, установить преимущественную циркуляцию патогенных лептоспир серологических групп *Pomona*, *Hebdomadis*, *Tarassovi* и реже *Icterohaemorrhagiae*, *Grippotyphosa* [9, 10].

В настоящее время эпизоотическая ситуация по лептоспирозам в Прибайкалье и в целом по Сибири остаётся неясной. В этой связи представляется необходимым исследовать региональные закономерности циркуляции лептоспирозной инфекции, поскольку это важно как для практической медицины, так и для изучения вопросов природной очаговости. Сведения по выявлению энзоотичных территорий, видового состава животных-носителей, этиологической структуры возбудителей лептоспирозов необходимы для совершенствования эпидемиологического надзора за лептоспирозами [11–14].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение современных особенностей природной очаговости лептоспирозов в Прибайкалье.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эпизоотологическое обследование проводилось в 2011–2020 гг. в границах девяти административных районов Иркутской области (Жигаловский, Заларинский, Зиминский, Иркутский, Нижнеудинский, Нукутский, Ольхонский, Усть-Илимский, Эхирит-Булагатский) и в г. Иркутске; отлов животных был произведён на 41 точке (рис. 1). Мелких млекопитающих добывали давилками «Геро», живоловками, капканами и конусами на ловчих канавках. Определение видовой принадлежности осуществляли в основном по строению черепа и зубов [15–19]. Всего изучено на лептоспирозы 1152 мелких млекопитающих 35 видов (табл. 1). Для бактериологических исследований зверьки отлавливались живыми, поскольку это повышает вероятность выделения возбудителя [20, 21].

Для исследований у животных брали почку и фильтр-отпечаток крови из сердца. Лабораторный анализ осуществляли бактериологическим (посев на жидкие питательные среды), микроскопическим (микроскопия в тёмном поле), серологическим (реакция микроагглютинации – РМА) и молекулярными методами (полимеразная цепная реакция – ПЦР, времяпролетная масс-спектрометрия с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией – MALDI-Tof MS).

Сразу после вскрытия животного делали посев коркового вещества почки на жидкие питательные среды Ферворта – Вольфа и Элленгаузена – МакКалоха в модификации Джонсона – Харриса – EMJH (Becton Dickinson, США). Всего выполнен 461 посев. Их инкубировали при 28 °С в течение трёх недель. Препараты почек животных изучали методом «темнопольной» микроскопии на 7-е, 14-е и 21-е сутки.

Для постановки РМА в качестве антигена использовали диагностический набор 7–10-дневных культур 11 эталонных штаммов лептоспир. Манипуляции проводили согласно действующим методическим указаниям. Всего в РМА исследовали 1152 фильтра-отпечатка крови из сердца отловленных животных.

Молекулярно-генетическим методом исследовали 1053 пробы почек мелких млекопитающих. ПЦР-диагностику выполняли в соответствии с действующими методическими рекомендациями. Экстракцию суммарного препарата ДНК/РНК осуществляли с помощью сертифицированного набора «РИБО-преп». ПЦР в режиме реального времени ставили с тест-системой «АмплиСенс® *Leptospira*-FL» или «ЛПС» (ФГУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора, Москва) на амплификаторе Rotor-Gene Q (Qiagen, Германия).

Серогрупповую принадлежность трёх изолированных штаммов определяли в РМА с «Набором сывороток групповых агглютинирующих лептоспирозных» («Армавирская биофабрика», Армавир).

При работе на масс-спектрометре Microflex LT (Bruker Daltonics, Германия) использовали параметры отношения массы иона к его заряду (m/z) от 2000 до 20 000, спектры снимали при напряжении IonSource 1 (IS1) 20,0 кВ, IonSource 2 (IS2) 18,05 кВ, напряжении на фокусирующей линзе – 6,00 кВ, частоте азотного лазера – 60 Гц. Каждый спектр получали путём суммирования шести одиночных спектров (240 импульсов лазера). В качестве калибровочного стандарта и положительного контроля анализа использовали белковый экстракт штамма *E. coli* DH5a (ref. № 255343; BrukerDaltonics, Германия). Анализ спектров и идентификацию выполняли

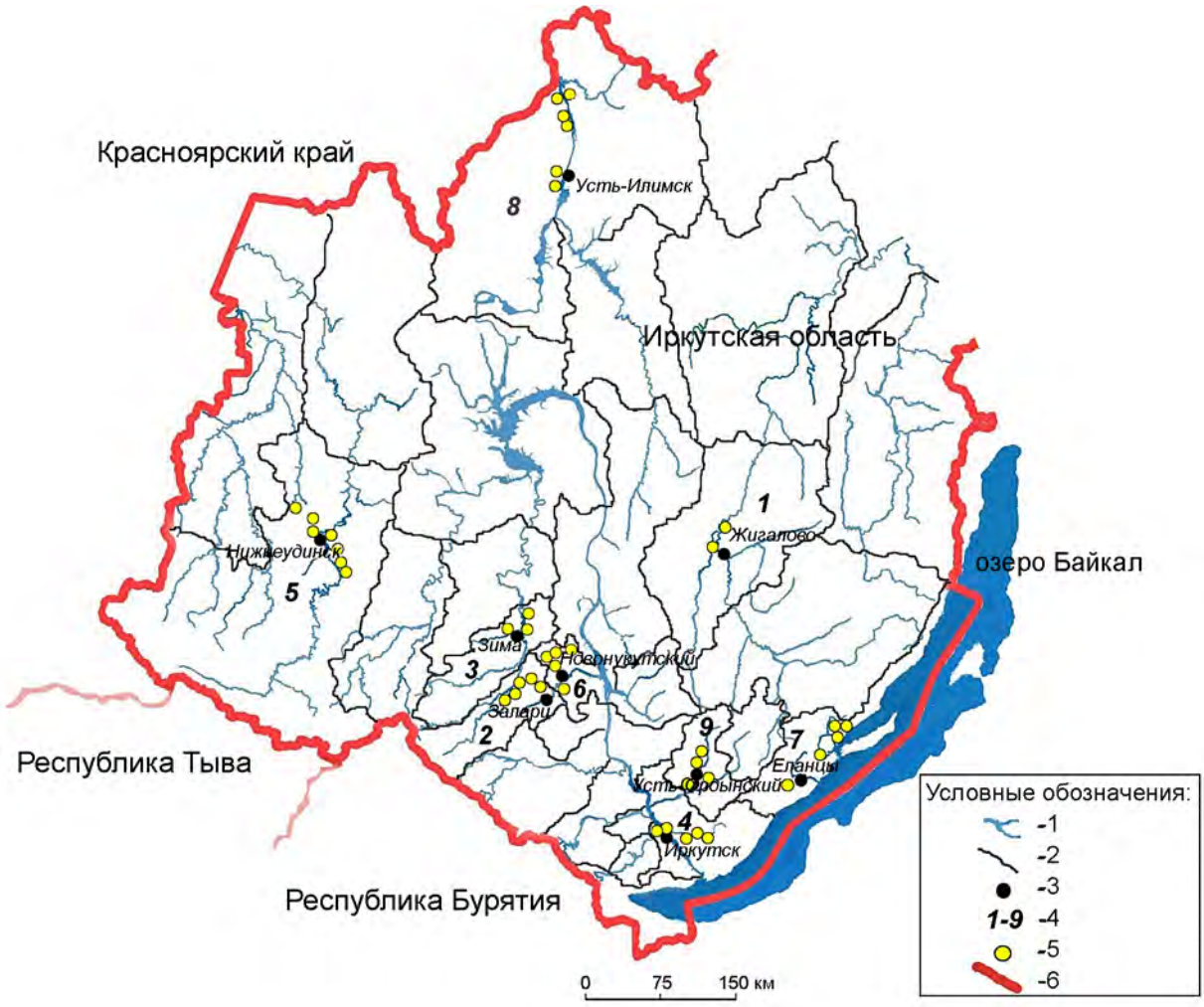

РИС. 1.
*Места сбора полевого материала при эпизоотологическом обследовании Прибайкалья на лептоспироз: 1 – реки; 2 – границы административных районов Иркутской области; 3 – районные центры; 4 – обследованные административные районы Иркутской области (**1** – Жигаловский, **2** – Заларинский, **3** – Зиминский, **4** – Иркутский, **5** – Нижнеудинский, **6** – Нукутский, **7** – Ольхонский, **8** – Усть-Илимский, **9** – Эхирит-Булагатский); 5 – точки отлова животных; 6 – граница Иркутской области*

FIG. 1.
*Collecting ground while epizootiological survey territories adjacent to Lake Baikal on leptospirosis: 1 – rivers; 2 – boundary lines of Irkutsk Region's administrative districts; 3 – regional centers; 4 – surveyed Irkutsk Region's administrative districts (**1** – Zhygalovsky, **2** – Zalarinsky, **3** – Ziminsky, **4** – Irkutsky, **5** – Nizhneudinsky, **6** – Nukutsky, **7** – Olkhonsky, **8** – Ust-Ilimsky, **9** – Ekhirit-Bulagatsky); 5 – trapping spots; 6 – boundary line of Irkutsk Region*

с использованием программного обеспечения MALDI Biotyper 3.0. Заключение о таксономической принадлежности штамма осуществляли на основании значения индекса совпадения (SV, score value): SV ≥ 2,3 – достоверная идентификация до вида; SV в диапазоне 2,000–2,299 – достоверная идентификация до рода, вероятная идентификация до вида; SV в диапазоне 1,7–1,999 – вероятная идентификация до рода и SV < 1,7 – недостоверный результат.

Статистическая обработка результатов проведена стандартными методами вариационной статистики, в частности, при сравнении отдельных выборок использован метод Стьюдента для качественных признаков [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении эпизоотологического обследования территорий Прибайкалья отлов большинства животных осуществлялся в увлажнённых биотопах, поскольку циркуляция лептоспир в природных очагах непосредственно связана с водной средой. В таких условиях добыты млекопитающие 35 видов, из них 20 представлены небольшим количеством особей (1,5 % и менее от общего числа животных) или только единичными экземплярами. Наиболее массовый вид из отряда грызунов – это полёвка-экономка (*Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776); всего было добыто 266 зверьков, что составило 31,0 % от общего числа отловленных грызунов ($n = 857$). Доминирующий в отловах вид из отряда насекомоядных – бурозуб-

ТАБЛИЦА 1

КОЛИЧЕСТВО ОТЛОВЛЕННЫХ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДАМИ РМА И ПЦР

TABLE 1

QUANTITY OF COLLECTED SMALL MAMMALS AND RESULTS OF ANALYSIS BY PCR AND MICRO AGGLUTINATION TEST

№	Вид	РМА			ПЦР		
		*n**	+	% (+)	*n*	+	% (+)
1	Крот алтайский	3	0	0	3	0	0
2	Обыкновенная бурозубка	68	0	0	60	9	15,0 ± 4,61
3	Тундряная бурозубка	117	2	1,7 ± 1,18	110	28	25,5 ± 4,16
4	Крупнозубая бурозубка	22	1	4,6 ± 4,47	15	7	46,7 ± 12,88
5	Средняя бурозубка	28	0	0	25	1	4,0 ± 3,92
6	Равнозубая бурозубка	11	0	0	11	3	27,3 ± 13,43
7	Бурая бурозубка	5	0	0	4	0	0
8	Крошечная бурозубка	4	0	0	4	0	0
9	Малая бурозубка	25	1	4,0 ± 3,92	20	0	0
	Всего (Отряд Насекомоядные)	283	4	1,4 ± 0,70	252	48	19,0 ± 2,47
10	Заяц беляк	7	0	0	9	1	11,1 ± 10,47
	Всего (Отряд Зайцеобразные)	7	0	0	9	1	11,1 ± 10,47
11	Обыкновенная белка	1	1	-	1	0	0
12	Азиатский бурундук	5	0	0	5	0	0
13	Длиннохвостый суслик	38	3	7,9 ± 4,38	38	3	7,9 ± 4,38
14	Лесная мышовка	10	1	10,0 ± 9,49	10	1	10,0 ± 9,49
15	Барабинский хомячок	3	0	0	3	0	0
16	Лесной лемминг	1	0	0	1	0	0
17	Ондатра	40	3	7,5 ± 4,16	10	1	10,0 ± 9,49
18	Красно-серая полёвка	28	1	3,6 ± 3,52	27	1	3,7 ± 3,63
19	Красная полёвка	71	1	1,4 ± 1,39	64	6	9,4 ± 3,65
20	Водяная полёвка	26	2	7,7 ± 5,23	26	6	23,1 ± 8,27
21	Узкочерепная полёвка	81	2	2,5 ± 1,73	81	14	17,3 ± 4,20
22	Полёвка-экономка	266	8	3,0 ± 1,05	266	67	25,2 ± 2,66
23	Полёвка Максимовича	4	0	0	4	0	0
24	Монгольская полёвка	1	0	0	1	0	0
25	Восточноевропейская полёвка	65	0	0	63	6	9,5 ± 3,69
26	Тёмная полёвка	20	0	0	19	0	0
27	Мышь-малютка	5	0	0	5	1	20 ± 17,89
28	Восточноазиатская мышь	71	1	1,4 ± 1,39	70	6	8,6 ± 3,35
29	Полевая мышь	13	0	0	13	0	0
30	Домовая мышь	14	1	7,1 ± 6,86	14	1	7,1 ± 6,86
31	Серая крыса	93	0	0	65	11	16,9 ± 4,65
32	Черная крыса	1	0	0	1	0	0
	Всего (Отряд Грызуны)	857	24	2,8 ± 0,56	787	124	15,8 ± 1,30
33	Ласка	1	0	0	1	0	0
34	Горностай	3	0	0	3	0	0
35	Степной хорь	1	0	0	1	0	0
	Всего (Отряд Хищные)	5	0	0	5	0	0
	Итого	1152	28	2,4 ± 0,45	1053	173	16,4 ± 1,14

Примечание. *n** – количество отловленных и исследованных зверьков; *n* – количество исследованных зверьков; + – количество положительных проб; % (+) – процент положительных проб.

ка тундряная (*Sorex tundrensis* Merriam, 1900) – 117 зверьков (41,3 %; *n* = 283) (табл. 1).

В популяциях исследованных животных доказана циркуляция патогенных лептоспир. Прямым подтверждением этого служит обнаружение генетического материала бактерий в пробах почек зверьков. ПЦР-анализ позволил определить средний показатель инфицированности изученной совокупности – 16,4 ± 1,14 %. Положительные результаты методом ПЦР получены у представителей 19 из 35 обследованных таксонов мелких млекопитающих Прибайкалья. При этом виды животных, у которых не детектированы специфические фрагменты генетического материала патогенных лептоспир, представлены в исследовании единичными особями (табл. 1).

Носителями патогенных лептоспир являются многие представители отрядов насекомоядных и грызунов. Инфицированность зверьков отряда насекомоядных, по результатам ПЦР, составила 19,0 ± 2,47 % (*n* = 252), отряда грызунов – 15,8 ± 1,30 % (*n* = 787), и статистически значимо не различалась. На основании результатов исследований молекулярно-генетическим методом выявлено, что наибольшее эпизоотическое значение в природных очагах лептоспироза имеют несколько видов из отряда насекомоядных: тундряная бурозубка, крупнозубая бурозубка, равнозубая бурозубка, обыкновенная бурозубка и из отряда грызунов: полёвка-экономка, водяная полёвка, узкочерепная полёвка, серая крыса (табл. 1).

При исследовании полученного материала на наличие специфических антител к возбудителям лептоспирозов из 1152 проб серопозитивными оказались 28 (2,4 ± 0,45 %). Антитела к патогенным лептоспирам об-

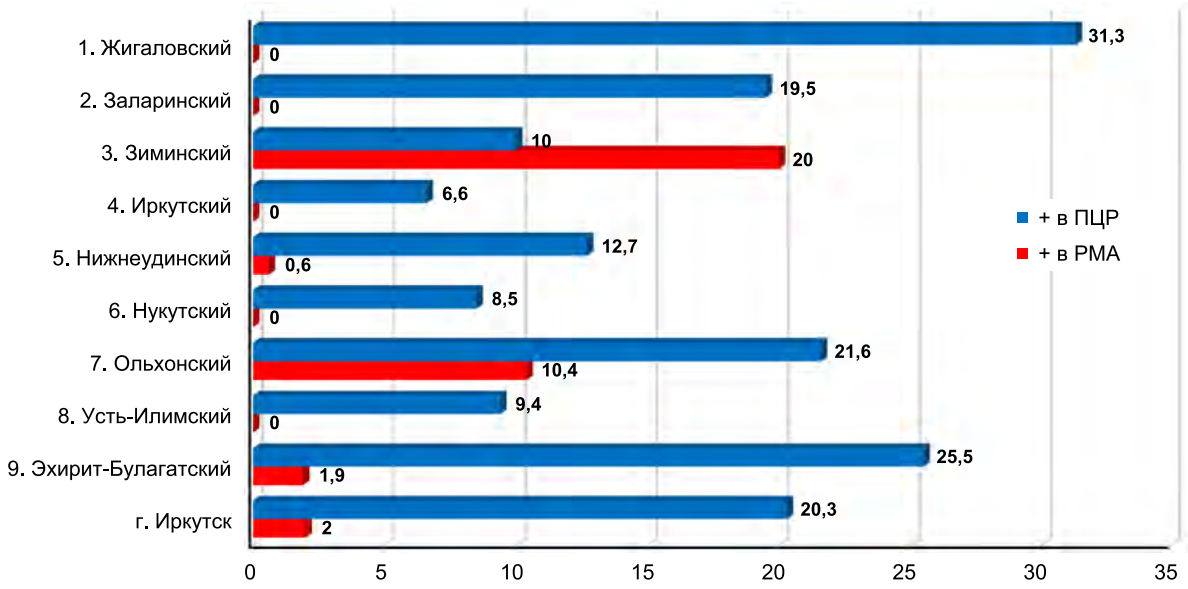

РИС. 2.
Частота обнаружения (%) положительных результатов в материале от млекопитающих, отловленных в разных районах Иркутской области

FIG. 2.
Frequency of disclosure (percentage of positivity) in the samples from mammals, which were collected in different districts of Irkutsk Region

ТАБЛИЦА 2

ЭТИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПАТОГЕННЫХ ЛЕПТОСПИР, ЦИРКУЛИРУЮЩИХ СРЕДИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПРИБАЙКАЛЬЕ, ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РМА

TABLE 2

ETIOLOGICAL STRUCTURE OF PATHOGENIC LEPTOSPIRAS, CIRCULATING INTO SMALL MAMMALS AT THE TERRITORIES ADJACENT TO LAKE BAIKAL, ACCORDING TO MICRO AGGLUTINATION TEST RESULTS

Серогруппа	Число положительных проб в РМА	Частота встречаемости (%)
Icterohaemorrhagiae	9	0,78 ± 0,26
Grippotyphosa	9	0,78 ± 0,26
Javanica	8	0,70 ± 0,25
Pomona	2	0,17 ± 0,12
Sejroe	1	0,09 ± 0,09
Autumnalis	1	0,09 ± 0,09
Australis	1	0,09 ± 0,09

наружены у животных 14 видов. Представители этих видов также положительны и в ПЦР (табл. 1).

Рассмотрение пространственной приуроченности животных, у которых были выявлены фрагменты нуклеиновых кислот патогенных лептоспир и антитела к ним, показало, что они обнаруживаются на всех обследованных территориях (рис. 2).

При изучении этиологической структуры возбудителей лептоспирозов в материале от зверьков выявлены антитела к семи серогруппам патогенных лептоспир *Icterohaemorrhagiae*, *Grippotyphosa*, *Javanica*, *Pomona*, *Sejroe*, *Autumnalis*, *Australis* (табл. 2). При этом три первые серогруппы встречаются существенно чаще, чем четыре последние. Титры антител у обследованных животных варьировали от 1 : 20 до 1 : 640. На основании результатов РМА этиологическая структура возбудителей лептоспирозов, циркулирующих среди мелких млекопитающих на территории Эхирит-Булагатского района представлена серогруппами *Pomona*, *Javanica* и *Grippotyphosa*; в Ольхонском районе – серогруппами *Javanica*, *Grippotyphosa* и *Icterohaemorrhagiae*; в Зиминском районе – *Javanica*, *Grippotyphosa*, *Icterohaemorrhagiae* и *Autumnalis*, в Нижнеудинском районе – *Javanica*; в г. Иркутске – *Javanica*, *Pomona*, *Sejroe* и *Australis*. В Нукутском, Заларинском, Жигаловском, Усть-Илимском и Иркутском районах серопозитивных проб не выявлено, хотя во всех из них были получены положительные результаты в ПЦР.

В таблице 3 отражены серогруппы патогенных лептоспир, выявленные в РМА среди определённых видов зверьков. Полученные данные показывают, что в циркуляцию серогрупп *Icterohaemorrhagiae*, *Grippotyphosa*, *Javanica* вовлечён широкий круг носителей. При этом

ТАБЛИЦА 3

НОСИТЕЛИ ПАТОГЕННЫХ ЛЕПТОСПИР СРЕДИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПРИБАЙКАЛЬЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РМА

TABLE 3

HOSTS OF PATHOGENIC LEPTOSPIRAS BETWEEN SMALL MAMMALS AT THE TERRITORIES ADJACENT TO LAKE BAIKAL

Серогруппа лептоспир	Вид животного-носителя	Количество позитивных животных
Icterohaemorrhagiae	Длиннохвостый суслик	3
	Тундряная бурозубка	1
	Малая бурозубка	1
	Ондатра	1
	Красно-серая полёвка	1
	Красная полёвка	1
	Узкочерепная полёвка	1
Grippotyphosa	Полёвка-экономка	6
	Малая бурозубка	1
	Водяная полёвка	1
	Узкочерепная полёвка	1
Javanica	Тундряная бурозубка	1
	Крупнозубая бурозубка	1
	Малая бурозубка	1
	Обыкновенная белка	1
	Лесная мышовка	1
	Водяная полёвка	1
	Восточноазиатская мышь	1
	Домовая мышь	1
Pomona	Полёвка-экономка	2
Sejroe	Ондатра	1
Autumnalis	Малая бурозубка	1
Australis	Ондатра	1

Icterohaemorrhagiae обнаруживается чаще всего у длиннохвостого суслика (*Urocitellus undulatus* Pallas, 1779), *Grippotyphosa* – у полёвки-экономки (*Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776). По серогруппам *Pomona*, *Sejroe*, *Autumnalis*, *Australis* имеются только единичные находки.

Далее оценим частоту обнаружения фрагментов нуклеиновых кислот патогенных лептоспир и антител к ним у мелких млекопитающих, отловленных в различных биотопах. В увлажнённых местах, расположенных в пониженных формах рельефа, где в основном проводили добычу животных, выделено четыре биотопа: лугополевой, лесокустарниковый, околоводный и остепнённый луг. Во всех из них были получены положительные результаты, при этом показатели значительно различались. Кроме того, исследовались млекопитающие из населённых пунктов. Видовое разнообразие животных в лугополевом биотопе представлено 23 таксонами, в лесокустарниковом – 25, в околоводной – 5, в остепнённом лугу – 3, в населённом пункте – 4.

Сравнение частоты обнаружения генетического материала патогенных лептоспир показывает, что в околоводном и лугополевом биотопах наблюдаются наибольшие показатели – 26,5 ± 5,11 и 20,2 ± 1,69 % (табл. 4). Эти значения существенно выше, чем в лесокустарниковом биотопе и остепнённом лугу; между 1 и 2 $t = 5,12$, $p < 0,001$; между 1 и 4 $t = 2,92$, $p < 0,01$; между 2 и 3 $t = 3,41$, $p < 0,001$; между 3 и 4 $t = 3,00$, $p < 0,01$ (нумерация сравниваемых биотопов приведена в табл. 4). При сопоставлении показателей серологического исследования наибольшее значение выявлено в околоводном биотопе и остепнённом лугу. Частота положительных находок в околоводном биотопе статистически значимо выше, чем в лугополевом и лесокустарниковом биотопах, так, между 1 и 3 $t = 2,31$, $p < 0,05$; между 2 и 3 $t = 2,66$, $p < 0,01$. Результаты наших исследований подтверждают, что оптимальным местом для циркуляции патогенных лептоспир является околоводный биотоп, поскольку это среда обитания основных носителей инфекции. В целом это согласуется с данными работ других авторов [21, 23], где аналогично указывается на приуроченность природных очагов лептоспирозов к увлажнённым стациям.

Промежуточные значения частоты встречаемости фрагментов нуклеиновых кислот патогенных лептоспир по сравнению с показателями в открытых стациях были получены в материале из населённых пунктов, в то время как серопозитивных животных там не было обнаружено. Обращает на себя внимание, что в населённых пунктах из четырёх отловленных видов положительные результаты были получены только у зверьков одного вида (серая крыса).

Неопровержимое доказательство циркуляции возбудителей лептоспирозов в природе на территории Прибайкалья – это изоляция культур патогенных лептоспир от диких мелких млекопитающих. Бактериологическим методом (посев на жидкие питательные среды кусочка почечной ткани зверьков) были выделены три штамма микроорганизмов рода *Leptospira* – из них два (4-I, 5-I) от бурозубки тундряной и один (108-I) от водяной полёвки; животные были отловлены на территории озёрно-болотного комплекса в черте г. Иркутска. Принадлежность изолированных культур к серогруппе *Javanica* определили в РМА с коммерческими антисыворотками (титр реакции штаммов: 4-I – 1 : 8000, 5-I – 1 : 4000, 108-I – 1 : 25 000). Проведение масс-спектрометрического анализа поверхностных белков показало, что исследуемые культуры относятся к виду *L. borgpetersenii*, в который входят отдельные представители серогруппы *Javanica*.

Представляется интересным сопоставить результаты, полученные в ходе выполненных работ, с данными, отражёнными в исследованиях Г.А. Некипеловой и соавт. [9, 10]. В период с 1968 по 1972 г. было исследовано 1026 мелких млекопитающих двенадцати видов, изолировано четыре штамма патогенных лептоспир. Авторами на основании результатов серологических исследований выявлены семь видов мелких млекопитающих, участвующих в циркуляции патогенных лептоспир, из них у четырёх видов (полёвка-экономка, узкочерепная полёвка, мышь домовая, суслик длиннохвостый) обнаружены АТ и в нашей работе.

Видовой состав мелких млекопитающих, обследованных нами, включает 35 таксонов против 12 таковых

ТАБЛИЦА 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МАТЕРИАЛА ОТ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ, ОТЛОВЛЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПАХ

TABLE 4

RESULTS OF SMALL MAMMALS' SAMPLES EXAMINATION, COLLECTED FROM DIFFERENT SITES

№	Место отлова	РМА				ПЦР			
		всего	+	% (+)	виды (+)	всего	+	% (+)	виды (+)
1	Лугополевой биотоп	570	12	2,1 ± 0,60	7	568	115	20,2 ± 1,69	12
2	Лесокустарниковый биотоп	347	4	1,2 ± 0,57	4	309	26	8,4 ± 1,58	10
3	Околоводный биотоп	105	9	8,6 ± 2,73	3	75	20	26,7 ± 5,11	4
4	Остепнённый луг	31	3	9,7 ± 5,31	1	31	2	6,5 ± 4,41	2
5	Населённый пункт	99	0	0 ± 0,99	0	71	10	14,1 ± 4,13	1

Примечание. + – количество положительных проб; % (+) – процент положительных проб; виды (+) – число видов ММ с положительными результатами реакций.

в работе Г.А. Некипеловой и соавт. [9, 10], это позволило выявить заметно больше видов зверьков (21), участвующих в циркуляции патогенных лептоспир в Прибайкалье.

Существенным отличием современных исследований от работ, проведённых в 1970-х годах, является применение ПЦР и масс-спектрометрии. Методы молекулярной биологии, безусловно, расширяют информативность лабораторного анализа, но в случае с лептоспирозной инфекцией «золотым стандартом» всё же является РМА. Постановка серологической реакции даёт возможность качественно и количественно определить наличие в материале АТ к той или иной серогруппе патогенных лептоспир.

Важно отметить, что доля инфицированности мелких млекопитающих в 1968–1972 гг. по результатам РМА составляла 1,9 %, что незначительно отличается от показателя, полученного в наших исследованиях – 2,4 ± 0,45 %. Кроме того, среди диких животных Прибайкалья в 1970-е годы обнаруживали штаммы пяти серогрупп (*Pomona*, *Hebdomadis*, *Tarassovi*, и реже *Icterohaemorrhagiae*, *Grippotyphosa*), тогда как в настоящее время с высокой долей вероятности можно полагать, что серопейзаж изменился – его составляют патогенные лептоспиры серогрупп *Icterohaemorrhagiae*, *Javanica*, *Grippotyphosa*, *Pomona*, *Sejroe*, *Autumnalis*, *Australis*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведённых исследований проанализирована текущая эпизоотическая ситуация в Прибайкалье. Впервые был выявлен природный очаг лептоспироза в черте г. Иркутска, обусловленный циркуляцией патогенных лептоспир серогруппы *Javanica*, что представляет потенциальный риск заражения людей этой инфекцией. На основании данных лабораторных исследований подтверждена циркуляция патогенных лептоспир серогрупп *Icterohaemorrhagiae*, *Javanica*, *Grippotyphosa*, *Pomona*, *Sejroe*, *Autumnalis*, *Australis*. Определены доминирующие и второстепенные виды зверьков-носителей. Установлено, что в эпизоотический процесс чаще вовлекаются представители отряда насекомоядных: тундряная бурозубка, крупнозубая бурозубка, равнозубая бурозубка, обыкновенная бурозубка и отряда грызунов: полёвка-экономка, водяная полёвка, узкочерепная полёвка, серая крыса, а всего из 35 изученных видов у 21 выявлены положительные результаты на лептоспироз.

Проведённое эпизоотологическое обследование показало, что в Прибайкалье доля животных, имевших контакт с патогенными лептоспирами довольно высока, а природные очаги этой инфекции широко распространены в регионе.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьина Ю.В. Лептоспирозы людей и животных: тенденции распространения и проблемы профилактики. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2010; 2(51): 13-16.

2. Соболева Г.Л., Ананьина Ю.В., Непоклонова И.В. Актуальные вопросы лептоспироза людей и животных. *Российский ветеринарный журнал*. 2017; 8: 14-18.

3. Городин В.Н., Мойсова Д.Л., Бахтина В.А., Зотов С.В. Тренды современного лептоспироза. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2018; 23(2): 93-100. doi: 10.18821/1560-9529-2018-23-2-93-100

4. Бренёва Н.В., Балахонов С.В. Вопросы эндемичности и энзоотичности лептоспирозов. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии*. 2019; 5: 118-125.

5. Чупрунова С.В., Алешковская Е.С., Ситников И.Г. Клинические особенности лептоспирозов в Ярославской области. Эпидемиология и инфекционные болезни. *Актуальные вопросы*. 2020; 10(4): 57-62. doi: 10.18565/epidem.2020.10.4.57-62

6. Краминский В.А., Краминская Н.Н., Каракашлы З.К., Живоляпина Р.Р., Перевозников В.А. Серологическая разведка северо-западных районов Иркутской области по природноочаговым инфекциям. *Доклады Иркутского противочумного института*. 1961; 1: 80-81.

7. Краминская Н.Н. Лептоспироз Сакскебинг у свиней в Иркутской области. *Доклады Иркутского противочумного института*. 1962; 3: 98-99.

8. Краминская Н.Н., Лемешко И.П., Налетова Л.Е. Первый бактериологически подтверждённый случай лептоспироза в Иркутской области. *Доклады Иркутского противочумного института*. 1969; 8: 205-207.

9. Некипелова Г.А. Лептоспирозы в южной части Восточной Сибири. *Вопросы инфекционной патологии (тезисы докладов итоговой научной конференции Иркутского НИИЭМ, Иркутск)*. 1972; 2: 228-232.

10. Некипелова Г.А., Горин О.З., Еропов В.И. Вопросы прогнозирования некоторых природноочаговых инфекций на территории Восточной Сибири. *Научная и техническая молодёжь Восточной Сибири: Материалы конференции*. Иркутск. 1969; 1: 12-14.

11. Коренберг Э.И. (ред.). *Природная очаговость болезней: исследования института Гамалеи РАМН: Сборник научных трудов*. М.: Русаки; 2003.

12. Транквилевский Д.В., Квасов Д.А., Мещерякова И.С., Михайлова Т.В., Кормилицына М.И., Демидова Т.Н., и др. Вопросы организации мониторинга природных очагов инфекций опасных для человека. Планирование, проведение и анализ результатов полевых наблюдений. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; 8(257): 38-43.

13. Транквилевский Д.В., Царенко В.А., Жуков В.И. Современное состояние эпизоотологического мониторинга за природными очагами инфекций в Российской Федерации. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2016; 2: 19-24.

14. Транквилевский Д.В. Об инфицированности мелких млекопитающих возбудителями зоонозов в Российской Федерации. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; 10(283): 53-56.

15. Юдин Б.С. *Насекомоядные млекопитающие Сибири. Определитель*. Новосибирск: Наука; 1971.

16. Юдин Б.С. *Насекомоядные млекопитающие Сибири*. Определитель. Новосибирск: Наука; 1989.

17. Литвинов Н.И. *Определитель млекопитающих Иркутской области*. Иркутск; 2003.

18. Громов И.М., Поляков И.Я. *Полёвки (Microtinae). Фауна СССР. Млекопитающие*. Л.: Наука; 1977; 3(8).

19. Громов И.М., Гуреев А.А., Новиков Г.А., Соколов И.И., Стрелков П.П., Чапский К.К. *Определители по фауне СССР*, Выпуск 82. *Млекопитающие фауны СССР*. Часть 1; М.: Академия наук СССР; 1963.

20. Ананьин В.В. *Лептоспирозы людей и животных*. М.: Медицина; 1971.

21. Ананьин В.В., Карасева Е.В. *Природная очаговость лептоспирозов*. М.: Медгиз; 1961.

22. Закс Л. *Статистическое оценивание*. М.: Статистика; 1976.

23. Дранкин Д.И., Годлевская М.В. *Лептоспироз*. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та; 1988.

REFERENCES

1. Ananyina JuV. Human and animal leptospiroses: Prevalence trends and preventive measures. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2010; 2(51): 13-16. (In Russ.).

2. Soboleva GL, Ananyina YuV, Nepoklonova IV. Actual problems of human and animal leptospirosis. *Russian Veterinary Journal*. 2017; 8: 14-18. (In Russ.).

3. Gorodin VN, Moysova DL, Bakhtina VA, Zotov SV. Trends of contemporary leptospirosis. *Epidemiology and Infectious Diseases*. 2018; 23(2): 93-100. (In Russ.). doi: 10.18821/1560-9529-2018-23-2-93-100

4. Breneva NV, Balakhonov SV. Endemicity and enzooticity aspects of leptospirosis. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology = Zhurnal mikrobiologii, èpidemiologii i immunobiologii*. 2019; 5: 118-125. (In Russ.).

5. Chuprunova SV, Aleshkovskaya ES, Sitnikov IG. Clinical features of leptospirosis in the Yaroslavl Region. *Epidemiology and Infectious Diseases. Current items*. 2020; 10(4): 57-62. (In Russ.). doi: 10.18565/epidem.2020.10.4.57-62

6. Kraminskiy VA, Kraminskaya NN, Kakakashliy ZK, Zhyvolyapina RR, Perevoznikov VA. Serological surveillance of North-Western areas of Irkutsk Region for natural focal infections. *Doklady Irkutskogo protivochumnogo instituta.* 1961; 1: 80-81. (In Russ.).

7. Kraminskaya NN. The Saxkoebing leptospirosis at pigs in Irkutsk Region. *Doklady Irkutskogo protivochumnogo instituta.* 1962; 3: 98-99. (In Russ.).

8. Kraminskaya NN, Lemeshko IP, Naletova LE. The first bacteriologically confirmed case of leptospirosis in Irkutsk Region. *Doklady Irkutskogo protivochumnogo instituta.* 1969; 8: 205-207. (In Russ.).

9. Nekipelova GA. Leptospirosis in southern part of Eastern Siberia. *Voprosy infektsionnoy patologii: Tezisy dokladov itogovoy nauchnoy konferentsii Irkutskogo NIIEM*. 1972; 2: 228-232. (In Russ.).

10. Nekipelova GA, Gorin OZ, Eropov VI. Issues of focal infections prognosis at the Eastern Siberia's territory. *Nauchnaya i tekhnicheskaya molodezh' Vostochnoy Sibiri: Materialy konferentsii.* Irkutsk. 1969; 1: 12-14. (In Russ.).

11. Korenberg EI (ed.). *Natural focus of diseases: Research of the Gamaleya Institute of the Russian Academy of Medical Sciences: Collection of scientific papers.* Moscow: Rusaki; 2003. (In Russ.).

12. Trankvilevskiy DV, Kvasov DA, Meshcheryakova IS, Mikhailova TV, Kormilitsina *MI,* Demidova *TN,* et al. Problems of organization of monitoring dangerous focal infections. Planning, holding and analysis of site studies. *Public Health and Life Environment – PH&LE*. 2014; 8(257): 38-43. (In Russ.).

13. Trankvilevskiy DV, Tsarenko VA, Zhukov VI. Current situation in epizootological monitoring on natural focal diseases in Russian Federation. *Medical Parasitology and Parasitic diseases Journal*. 2016; 2: 19-24. (In Russ.).

14. Trankvilevskiy DV. On about contamination of small mammals by zoonotic causative agents. *Public Health and Life Environment – PH&LE*. 2016; 10(283): 53-56. (In Russ.).

15. Yudin BS. *Insect-eating mammals of Siberia. Species indicator*. Novosibirsk: Nauka; 1971. (In Russ.).

16. Yudin BS. *Insect-eating mammals of Siberia. Species indicator*. Novosibirsk: Nauka; 1989. (In Russ.).

17. Litvinov NI. *Species indicator for mammals of Irkutsk region*. Irkutsk; 2003. (In Russ.).

18. Gromov IM, Polyakov IYa. *Voles (Microtinae). Fauna of USSR. Mammals*. Nauka; 1977; 3(8). (In Russ.).

19. Gromov IM, Gureev AA, Novikov GA, Sokolov II, Strelkov PP, Chapskiy KK. *Species indicator of USSR' fauna. Issue 82. Mammals of USSR. Part 1*. Moscow: The Academy of Science of the USSR; 1963. (In Russ.).

20. Ananyin VV. *Human and animal leptospirosis*. Moscow: Meditsina; 1971. (In Russ.).

21. Ananyin VV, Karaseva EV. *Natural nidality of leptospirosis*. Moscow: Medgiz; 1961. (In Russ.).

22. Zaks L. *Statistical estimation.* Moscow: Statistica; 1976. (In Russ.).

23. Drankin DI, Godlevskaya MV. *Leptospirosis*. Saratov: Izdatelstvo Saratovskogo universiteta; 1988. (In Russ.).

Сведения об авторах

Киселева Евгения Юрьевна – врач-бактериолог отдела биологического и технологического контроля, ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, e-mail: e.kisseleva.2010@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3965-9801

Корзун Владимир Михайлович – доктор биологических наук, заведующий зоолого-паразитологическим отделом, ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0003-1947-5252

Борисов Сергей Анатольевич – лаборант-исследователь зоолого-паразитологического отдела, ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0003-1781-0846

Бренёва Наталья Владимировна – ведущий научный сотрудник отдела эпидемиологии, ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0002-9207-7536

Тимошенко Александр Федорович – зоолог отделения особо опасных инфекций микробиологической лаборатории лабораторного отдела, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области», https://orcid.org/0000-0003-1503-1857

Шаракшанов Мунко Баярович – врач-эпидемиолог отдела санитарной охраны территории и мониторинга чрезвычайных ситуаций, ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0002-1114-1795

Балахонов Сергей Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, директор, ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0003-4201-5828

Information about the authors

Evgeniya Yu. Kiseleva – Bacteriologist of the Biological and Technological Control Department, Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor, e-mail: e.kisseleva.2010@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3965-9801

Vladimir M. Korzun – Dr. Sc. (Biol.), the Head of the Zoo-parasitological Department, Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0003-1947-5252

Sergey A. Borisov – Research Assistant at the Zoo-parasitological Department, Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0003-1781-0846

Natalia V. Breneva – Leading Research Officer at the Epidemiology Department, Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0002-9207-7536

Alexander F. Timoshenko – Zoologist of the Department of Especially Dangerous Infections of the Microbiological Laboratory of the Laboratory Department, Center of Hygiene and Epidemiology in Irkutsk Region, https://orcid.org/0000-0003-1503-1857

Munko B. Sharakshanov – Doctor-epidemiologist of the Department of Sanitary Protection of the Territory and Monitoring of Emergency Situations, Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0002-1114-1795

Sergey V. Balakhonov – Dr. Sc. (Med.), Professor, Director, Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor, e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru, https://orcid.org/0000-0003-4201-5828