



УДК 636.09

## Мелкие млекопитающие как резервуар вируса клещевого энцефалита в природных очагах Прибайкалья: современная ситуация

О. В. Мельникова, Е. А. Вершинин, Ю. А. Вержуцкая,  
А. Я. Никитин, В. М. Корзун

*Иркутский научно-исследовательский противочумный институт  
Роспотребнадзора, Иркутск  
E-mail: melnikovaovit@gmail.com*

**Аннотация.** Мелких млекопитающих, отловленных в 2004–2015 гг. в природных очагах клещевого энцефалита Прибайкалья, исследовали паразитологическими, серологическими и вирусологическими методами. Проведено 55 учётов мелких млекопитающих, накоплено 1 979 ловушко-суток, отловлен 271 зверёк – представители отрядов грызунов и насекомоядных. Видовой состав: азиатский бурундук *Tamias sibiricus*, мышь домовая *Mus musculus*, мышь восточноазиатская *Apodemus speciosus*, полёвка-экономка *Microtus oeconomus*, полёвка красно-серая *Clethrionomys rufocanus*, полёвка красная *Cl. rutilus*, лемминг лесной *Myopus schisticolor* и бурозубки *Sorex* sp. (без определения вида). Преобладали красно-серые полёвки и бурозубки, хотя по территориям их индексы доминирования различались. В целом основную массу в отловах (по мере убывания) составили: красно-серая полёвка, бурозубки, красная полёвка и восточноазиатская мышь. Почти 31 % зверьков оказались поражены предимагинальными стадиями таёжного клеща *Ixodes persulcatus*. Со зверьков снято 258 экз. иксодид; определены показатели численности и прокормления для каждого вида хозяев. Показана ведущая роль лесных полёвок (красной и красно-серой) и бурозубок в прокормлении личинок таёжного клеща и поддержании очагов клещевого энцефалита в Прибайкалье. Часть материала от мелких млекопитающих (мозговые суспензии) была исследована на наличие антигена вируса клещевого энцефалита (ВКЭ) с положительным результатом в 22,6 % случаев. Заражёнными ВКЭ оказались красно-серые полёвки (29,7±7,51 % от числа исследованных), бурозубки (36,8±11,07 %) и полёвка-экономка (33,3±27,22 %). Вирус удалось изолировать от красно-серой полёвки и от бурозубки, что позволяет оценивать их как значимый резервуар данной инфекции в природных очагах Прибайкалья.

**Ключевые слова:** вирус клещевого энцефалита, таёжный клещ, личинки, нимфы, прокормители, грызуны, насекомоядные.

Значение мелких млекопитающих как важного элемента абсолютно всех природных очагов клещевого энцефалита (КЭ) состоит в том, что они являются основными хозяевами личинок и важными прокормителями нимф лесного (*Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) и таёжного (*I. persulcatus* Sch., 1930) клещей – основных переносчиков и долговременных хранителей вируса. Популяционные циклы мелких млекопитающих во многом определяют циклические колебания численности клещей и эпидемического процесса в оча-

гах КЭ. Важным свидетельством вклада того или иного вида млекопитающего в функционирование паразитарной системы КЭ является степень его участия в прокормлении разных стадий развития основного переносчика вируса клещевого энцефалита (ВКЭ).

Цель настоящей работы: установить видовой состав мелких млекопитающих – прокормителей таёжного клеща в Прибайкалье на современном этапе; выяснить роль разных видов мелких млекопитающих в качестве хозяев предимагинальных стадий *I. persulcatus* и заражённость их ВКЭ.

### **Материал и методы**

Мелких млекопитающих отлавливали ежегодно (2004–2015 гг.) на стационарных участках, прилегающих к Байкальскому тракту (автодорога М55Л Иркутск – Листвянка), во время командировок в Слюдянский район Иркутской области (2010–2014 гг.), а также Баргузинский и Прибайкальский районы Республики Бурятия (2005 г.). Учёты и отловы производили по стандартной методике [4] с помощью ловушек Геро. Проведено 55 учётов мелких млекопитающих, накоплено 1 979 ловушко-суток, отловлен 271 зверёк – представители отрядов грызунов и насекомых. Таксономическая принадлежность млекопитающих приведена согласно сводке В. Е. Соколова [8].

Отловленных зверьков очёсывали с целью сбора эктопаразитов, руководствуясь МУ 3.1.3012–12 [7]. Со зверьков снято в общей сложности 258 экз. ювенильных стадий таёжного клеща (204 личинки и 54 нимфы). При оценке поражённости зверьков иксодидами учитывали индекс обилия (ИО – среднее число особей паразита на одного прокормителя) и индекс встречаемости (ИВ – доля проб, в которых обнаружены иксодиды, от общего числа исследованных) [1].

Антиген (АГ) ВКЭ выявляли в 10%-ной мозговой суспензии зверьков с помощью набора реагентов ИФА ТС АГ ВКЭ («Микроген», Томск – Москва), руководствуясь инструкцией производителя. Вирус изолировали путём интрацеребрального заражения сосунков беспородных белых мышей [2] согласно Правилам лабораторной практики в Российской Федерации (утверждены Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 708н от 23.08.2010).

Для статистической обработки результатов использовали общепринятые методы вариационной статистики [5], расчёты проводили с помощью табличного процессора Excel из пакета Microsoft Office 2007.

### **Результаты и обсуждение**

Среди отловленных мелких млекопитающих на обследованной территории отмечены насекомоядные (бурозубки *Sorex* sp. (без определения вида)) и грызуны следующих видов: азиатский бурундук *Tamias sibiricus* (Laxmann, 1769); мышь домовая *Mus musculus* Linnaeus, 1758; мышь восточноазиатская *Apodemus speciosus* (Temminck, 1844); полёвка-экономка *Microtus oeconomus* Pallas, 1776; полёвка красно-серая *Clethrionomys rufocanus* (Sundevall, 1846); полёвка красная *Cl. rutilus* (Pallas, 1779); лемминг лесной

*Myopus schisticolor* (Lilljeborg, 1844). Преобладали красно-серые полёвки и бурозубки, хотя по территориям их индексы доминирования различались. Красные полёвки в районе Байкальского тракта встречались значительно реже, чем на восточном побережье Байкала ( $t = 3,0$ ;  $p < 0,01$ ). Относительная численность зверьков варьировала по видам и по месту отлова.

Частота встречаемости в ловушках бурозубок на Байкальском тракте была значительно выше, чем в Республике Бурятия ( $t = 6,6$ ;  $p < 0,001$ ); численность восточноазиатской мыши на Байкальском тракте и в Слюдянском районе превышала таковую в отловах из Бурятии ( $t = 2,9$  и  $t = 2,4$ ;  $p < 0,01$  и  $p < 0,05$ , соответственно). Полёвка-экономка, лесной лемминг и домовая мышь встретились нам только в сборах с Байкальского тракта, а бурундук (неполовозрелый самец) попал в ловушку однажды в Баргузинском районе. Полёвка-экономка на стационарных участках присутствовала в сборах лишь в 2004 и 2008 г., причём в 2008 г. составила больше половины.

В целом основную массу в отловах составили, по мере убывания, красно-серая полёвка (ИД =  $39,8 \pm 3,13$ ), бурозубки (ИД =  $25,4 \pm 2,79$ ), красная полёвка (ИД =  $12,3 \pm 2,10$ ) и восточноазиатская мышь (ИД =  $9,0 \pm 1,83$ ), что вполне согласуется с данными других исследователей о распространённости этих животных в Прибайкалье [9; 10].

Предимаго *I. persulcatus* были обнаружены на 77 из 252 осмотренных зверьков ( $30,6 \pm 2,90$  %). Степень поражённости неполовозрелыми стадиями таёжного клеща исследованных нами видов мелких млекопитающих показана в таблице. Сразу две фазы развития клещей встречались всего на  $13,0 \pm 3,83$  % поражённых зверьков. Нимфы (N) на обследованных животных в основном регистрировались реже, чем личинки (L), и это имеет, по меньшей мере, двойное объяснение. Во-первых, N предпочитают питаться на более крупных млекопитающих (бурундук, белка, заяц), что зачастую приводит к дефициту прокормителей и высокой смертности этой стадии развития клеща. Во-вторых, средняя дата нимфальной диапаузы наступает почти на месяц раньше личиночной (в условиях Восточной Сибири – 25 июня) [3], а отлов млекопитающих обычно происходил в июле-августе. Частота встречаемости нимф варьировала по видам, и самое большое их число одновременно было обнаружено на взрослом самце лесного лемминга (10 экз.). За исключением этого единичного случая, ИО и ИВ N были выше у восточноазиатской мыши (см. табл.). ИО L оказался в среднем почти одинаковым у бурозубок и двух видов лесных полёвок (красной и красно-серой), однако ИВ L на красных полёвках был значительно ниже.

Однако представленные количественные показатели поражённости животных клещами не учитывают численность хозяев и не дают возможности судить о значении отдельных прокормителей в зависимости от их обилия. Чтобы точнее оценить роль позвоночных в прокормлении клещей, некоторыми исследователями используется «показатель прокормления» (ПП) – произведение ИО клещей на обилие прокормителей (численность на 100 л/с) [6]. Согласно данным Ю. С. Короткова [3], в тёмнохвойных лесах низкогорий Восточно-Саянского хребта в прокормлении ювенильных форм разви-

тия таёжного клеща доминируют мелкие грызуны. Землеройки, несмотря на их многочисленность, прокармливают всего 11,2 % личинок и 3,25 % нимф (эти цифры практически идентичны аналогичным показателям, полученным в нашем исследовании). Расчёт ПП показывает, что в Прибайкалье основную роль в прокормлении личинок играют красно-серые полёвки, бурозубки и красные полёвки (см. табл.). Значительно меньше участие восточноазиатской мыши и полёвки-экономки, а роль домового мыши и лесного лемминга близка к нулю. Приняв ПП L всеми зверьками за 100 %, находим, что на долю красно-серой полёвки приходится 45,4, а бурозубок – 30,0 % от числа всех прокармливаемых личинок. При изучении роли исследуемых видов в прокормлении нимф наблюдается несколько иная картина. Лидирующая роль при этом остаётся у красно-серой полёвки (45,7 % от числа всех прокармливаемых нимф), но роль бурозубок заметно снижается, а красной полёвки и восточноазиатской мыши растёт. Показатель прокормления обеих преимагинальных стадий таёжного клеща также наиболее высок для красно-серой полёвки (39,4 %), красная полёвка прокармливает 27,8 % незрелых клещей, а бурозубки в совокупности – 21,1 %. Таким образом, роль различных видов мелких млекопитающих в прокормлении личинок и нимф не всегда соответствует степени их поражённости клещами.

Таблица

Показатели поражённости мелких млекопитающих личинками и нимфами таёжного клеща

Вид	ИО			ИВ			ПП		
	L	N	L+N	L	N	L+N	L	N	L+N
<i>Sorex sp.</i>	3,5	1,0	3,4	36,7±6,22	5,0±2,81	40,0±6,32	11,4	3,2	10,8
<i>Clethrionomys rufocanus</i>	3,4	1,9	4,0	26,3±4,42	10,1±3,03	31,3±4,66	17,2	9,6	20,3
<i>Cl. rutilus</i>	3,5	1,7	9,2	7,1±4,87	10,7±5,84	17,9±7,24	5,4	2,6	14,3
<i>Microtus oeconomus</i>	1,0	1,6	1,5	3,3±3,28	16,7±6,8	20,0±7,30	1,6	2,5	2,3
<i>Apodemus speciosus</i>	2,0	2,3	2,7	22,7±8,93	18,2±8,22	31,8±9,93	2,3	2,6	3,1
<i>Mus musculus</i>	1,0	0	1,0	100±23,56	100±23,56	100±23,56	0,1	0	0,1
<i>Myopus schisticolor</i>	1,0	10,0	11,0	100±23,56	0±23,56	100±23,56	0,1	0,6	0,6

Примечание: ИО – индекс обилия, ИВ – индекс встречаемости, ПП – показатель прокормления; L – личинки, N – нимфы.

Часть мозговых суспензий мелких млекопитающих была исследована на наличие АГ ВКЭ с положительным результатом в 22,6±4,56 % случаев. Заражёнными ВКЭ оказались красно-серые полёвки (29,7±7,51 % от числа исследованных), бурозубки (36,8±11,07 %) и полёвка-экономка (33,3±27,22 %). Вирус удалось изолировать от красно-серой полёвки и от бурозубки. Оба зверька были отловлены в лесном массиве, прилегающем к Байкальскому тракту в районе 43 км.

### *Заключение*

Анализ исследованного материала показал, что главную роль в прокормлении предимагинальных стадий таёжного клеща и поддержании очагов КЭ в качестве основного резервуара возбудителя КЭ в Прибайкалье играют лесные полёвки (красно-серая и красная) и бурозубки. Эти зверьки доминируют в отловах, ИО и ИВ предимагинальных стадий клеща и ПП на них наиболее высок. При этом на территории к западу от Байкала основными прокормителями являются красно-серая полёвка и бурозубки, а к востоку – красная полёвка. Роль серых полёвок и лесных мышей не так велика, но они могут прокармливать членистоногих в годы депрессии численности основных хозяев, обеспечивая непрерывность цикла развития клещей.

*Авторы выражают благодарность Р. В. Адельшину, Е. И. Андаеву, А. Д. Ботвинкину, П. Е. Вершинину, Л. С. Немченко и А. В. Холину, в разные годы принимавшим участие в отлове мелких млекопитающих.*

### Список литературы

1. Беклемишев В. Н. Биоценологические основы сравнительной паразитологии / В. Н. Беклемишев. – М. : Наука, 1970. – 502 с.
2. Вирусология. Методы / под ред. Б. Мейхи. – М. : Мир, 1988. – 344 с.
3. Коротков Ю. С. Экология таежного клеща (*Ixodes persulcatus* Schulze, 1930) в условиях изменения климата Евразии : автореф. ... д-ра биол. наук / Ю. С. Коротков. – М., 2009. – 46 с.
4. Отлов, учёт и прогноз численности мелких млекопитающих и птиц в природных очагах инфекций. Методические указания 3.1.1029-01. – М. : Федер. центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 72 с.
5. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Вышэйш. школа, 1973. – 320 с.
6. Савицкий Б. П. Опыт количественной оценки роли различных видов мышевидных грызунов в очагах клещевого энцефалита Белоруссии / Б. П. Савицкий // Клещевой энцефалит. – Минск, 1965. – С. 290–294.
7. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней. Методические указания 3.1.3012-12. – М. : Федер. центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2012. – 42 с.
8. Соколов В. Е. Систематика млекопитающих (Отряды: зайцеобразных, грызунов) / В. Е. Соколов. – М. : Высш. шк., 1977. – 494 с.
9. Швецов Ю. Г. Мелкие млекопитающие Байкальской котловины / Ю. Г. Швецов. – Новосибирск : Наука, 1977. – 159 с.
10. Шкилев В. В. Экологические группировки мелких млекопитающих Верхнего Приангарья / В. В. Шкилев // Вопр. зоогеографии Сибири. – Иркутск, 1974. – С. 47–56.

## **Small Mammals as Tick-Borne Encephalitis Virus Reservoir Hosts in Natural Foci of Pribaikalie: Modern Situation**

O. V. Melnikova, E. A. Vershinin, Yu. A. Verzhutskaya,  
A. Ya. Nikitin, V. M. Korzun

*Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and the Far East, Irkutsk*

**Abstract.** The small mammals, trapped during 2004–2015 in tick-borne encephalitis natural foci in Pribaikalie, have been examined by parasitological, serological and virological meth-

ods. Fifty five surveys of small mammals have been held with 1979 trap days, 271 animals, belonging to Rodents and Insectivora have been caught. The species structure was as follows: Siberian chipmunk *Tamias sibiricus* (Laxmann), house mouse *Mus musculus* Linnaeus, large Japanese field mouse *Apodemus speciosus* (Temminck), root vole *Microtus oeconomus* (Pallas), grey-sided vole *Clethrionomys rufocanus* (Sundevall), ruddy vole *Cl. rutilus* (Pallas), wood lemming *Myopus schisticolor* (Lilljeborg) shrews *Sorex* sp. (without species definition). Grey-sided voles and shrews predominated, though the domination index differed depending on territory. In general, the distribution of the principal animals was as follows (in descending order): grey-sided vole, shrews, ruddy vole and large Japanese field mouse. Almost 31 % of the small mammals were infested with immature stages of taiga tick *Ixodes persulcatus*. Two hundred and fifty eight specimens of ixodid ticks have been taken off the animals; the population and feeding indices for each host species have been identified. The fundamental role of the red-backed voles (*Clethrionomys rufocanus* and *Cl. rutilus*) and shrews *Sorex* sp. in the taiga tick larva feeding and the tick-borne encephalitis natural foci maintaining in Pribaikalie have been shown. The part of material (brain suspensions) was analyzed for the tick-borne encephalitis virus (TBEV) antigen presence with 22,6 % positive results. TBEV was found in red-backed voles (29,7±7,51 % of studied), shrews (36,8±11,07 %) and root vole (33,3±27,22 %). The virus was isolated from red-backed vole and the shrew, that gives us a reason to appreciate them as important reservoir hosts for TBEV in its natural foci of Pribaikalie.

**Keywords:** tick-borne encephalitis virus, taiga tick, larva, nymph, feeding hosts, rodents, insectivores.

#### References

1. Beklemishev V.N. *Biotsenologicheskie osnovy sravnitel'noi parazitologii* [Biocenotic Basics of Comparative Parasitology]. Moscow, Nauka Publ., 1970, 502 p. (in Russian).
2. *Virusologiya. Metody* [Virusology. Methods]. Moscow, Mir Publ., 1988, 344 p. (in Russian).
3. Korotkov Yu.S. *Ekologiya taezhnogo kleshcha (Ixodes persulcatus Schulze, 1930) v usloviyakh izmeneniya klimata Evrazii* [Ecology of Taiga Tick (*Ixodes persulcatus* Schulze, 1930) under Climate Change in Eurasia: Dr. sci. diss. abstr.]. Moscow, 2009, 46 p. (in Russian).
4. *Otliv, uchet i prognoz chislennosti melkikh mlekopitayushchikh i ptits v prirodnykh ochagakh infektsii. Metodicheskie ukazaniya 3.1.1029-01*. [Catching, Registration and Population Forecasting of Small Rodents and Birds in Natural Foci of Diseases. Practical Guidelines]. Moscow, 2002, 72 p. (in Russian).
5. Rokitskii P.F. *Biologicheskaya statistika* [Biological Statistics]. Minsk, Vysheishaya shkola Publ., 1973, 320 p. (in Russian).
6. Savitskii B.P. *Opyt kolichestvennoi otsenki roli razlichnykh vidov myshevidnykh gryzunov v ochagakh kleshchevogo entsefalita Belorussii* [An Experience of Quantitative Assessment of role of Mouselike Rodents in Tick-borne Encephalitis foci in Belorussia]. *Kleshchevoy entsefalit* [Tick-borne Encephalitis]. Minsk, 1965, pp. 290-294. (in Russian).
7. *Sbor, uchet i podgotovka k laboratornomu issledovaniyu krovososushchikh chlenistonogikh v prirodnykh ochagakh opasnykh infektsionnykh boleznei. Metodicheskie ukazaniya 3.1.3012-12*. [Sampling, Registration and Preparing for Examination of Bloodsucking Arthropods in Natural foci of Dangerous diseases. Practical Guidelines]. Moscow, 2002, 42 p. (in Russian).
8. Sokolov V.E. *Sistematika mlekopitayushchikh (Otryady: zaitseobraznykh, gryzunov)* [Systematics of Mammals. Lagomorphs and Rodents].
9. Shvetsov Yu.G. *Melkie mlekopitayushchie Baikal'skoi kotloviny* [Small Mammals of Baikal Hollow]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1977, 159 p. (in Russian).
10. Shkilev V.V. *Ekologicheskie gruppirovki melkikh mlekopitayushchikh Verkhnego Priangar'ya* [Ecological Groups of Small Mammals in Upper Preangarie]. *Voprosy zoogeografii Sibiri* [Zoogeographical problems of Siberia]. Irkutsk, 1974, pp. 47–56. (in Russian).

*Мельникова Ольга Витальевна*  
кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
Иркутский научно-исследовательский  
противочумный институт  
Роспотребнадзора  
Россия, 664047, г. Иркутск,  
ул. Трилисера, 78  
тел.: (3952) 22-01-39  
e-mail: melnikovaovit@gmail.com

*Melnikova Olga Vitalyevna*  
Candidate of Science (Biology),  
Senior Research Scientist,  
Irkutsk Anti-plague Research Institute  
of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor  
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047, Russian  
Federation  
tel.: (3952) 22-01-39  
e-mail: melnikovaovit@gmail.com

*Вершинин Евгений Александрович*  
кандидат биологических наук,  
научный сотрудник  
Иркутский научно-исследовательский  
противочумный институт  
Роспотребнадзора  
Россия, 664047, г. Иркутск,  
ул. Трилисера, 78  
тел.: (3952) 22-01-37  
e-mail: eavershinin@mail.ru

*Vershinin Evgeniy Aleksandrovich*  
Candidate of Science (Biology), Research  
Scientist  
Irkutsk Anti-plague Research Institute  
of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor  
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047, Russian  
Federation  
tel.: (3952) 22-01-37  
e-mail: eavershinin@mail.ru

*Вержуцкая Юлия Алексеевна*  
кандидат биологических наук,  
научный сотрудник  
Иркутский научно-исследовательский  
противочумный институт  
Роспотребнадзора  
Россия, 664047, г. Иркутск,  
ул. Трилисера, 78,  
тел.: (3952) 22-01-37  
e-mail: linika@mail.ru

*Verzhutskaya Yulia Alekseevna*  
Candidate of Science (Biology),  
Research Scientist  
Irkutsk Anti-plague Research Institute  
of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor  
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047, Russian  
Federation  
tel.: (3952) 22-01-37  
e-mail: linika@mail.ru

*Никитин Алексей Яковлевич*  
доктор биологических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Иркутский научно-исследовательский  
противочумный институт  
Роспотребнадзора  
Россия, 664047, г. Иркутск,  
ул. Трилисера, 78  
тел.: (3952) 22-01-37  
e-mail: nikitin\_irk@mail.ru

*Nikitin Aleksey Yakovlevich*  
Doctor of Science (Biology),  
Leading Research Scientist  
Irkutsk Anti-plague Research Institute  
of Siberia and Far East of Rospotrebnadzor  
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047, Russian  
Federation  
tel.: (3952) 22-01-37  
e-mail: nikitin\_irk@mail.ru

*Корзун Владимир Михайлович*  
доктор биологических наук,  
заведующий отделом  
Иркутский научно-исследовательский  
противочумный институт  
Роспотребнадзора  
Россия, 664047, г. Иркутск,  
ул. Трилисера, 78  
тел.: (3952) 22-01-37  
e-mail: vkorzun@chumin.inbox.ru

*Korzun Vladimir Mikhaylovich*  
Doctor of Science (Biology),  
Head of Department  
Irkutsk Anti-plague Research Institute of Si-  
beria and Far East of Rospotrebnadzor  
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047, Russian  
Federation  
tel.: (3952) 22-01-37  
e-mail: vkorzun@chumin.inbox.ru