



АДАПТАЦИЯ БАКТЕРИЙ В ГОРАХ: ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ФОНА И ГОРНОГО ЛАНДШАФТА

Даниелян Рубен Рафикович³

В. Корогодина¹, В. Аракелян², С. Атоян³, М. Густова¹, С. Каплина¹, Г. Хачатрян⁴, Г. Мелик-Андреасян³, А. Манучарян³

¹ Объединенный институт ядерных исследований, РФ; ² Ереванский государственный университет, РА;

³ Национальный Центр по Контролю и Профилактике Заболеваний, РА; ⁴ Национальная Научная Лаборатория им. А.И. Алиханяна, РА



Всероссийская конференция с международным участием

ГЕНЕТИКА. ЭВОЛЮЦИЯ. РАДИОЭКОЛОГИЯ

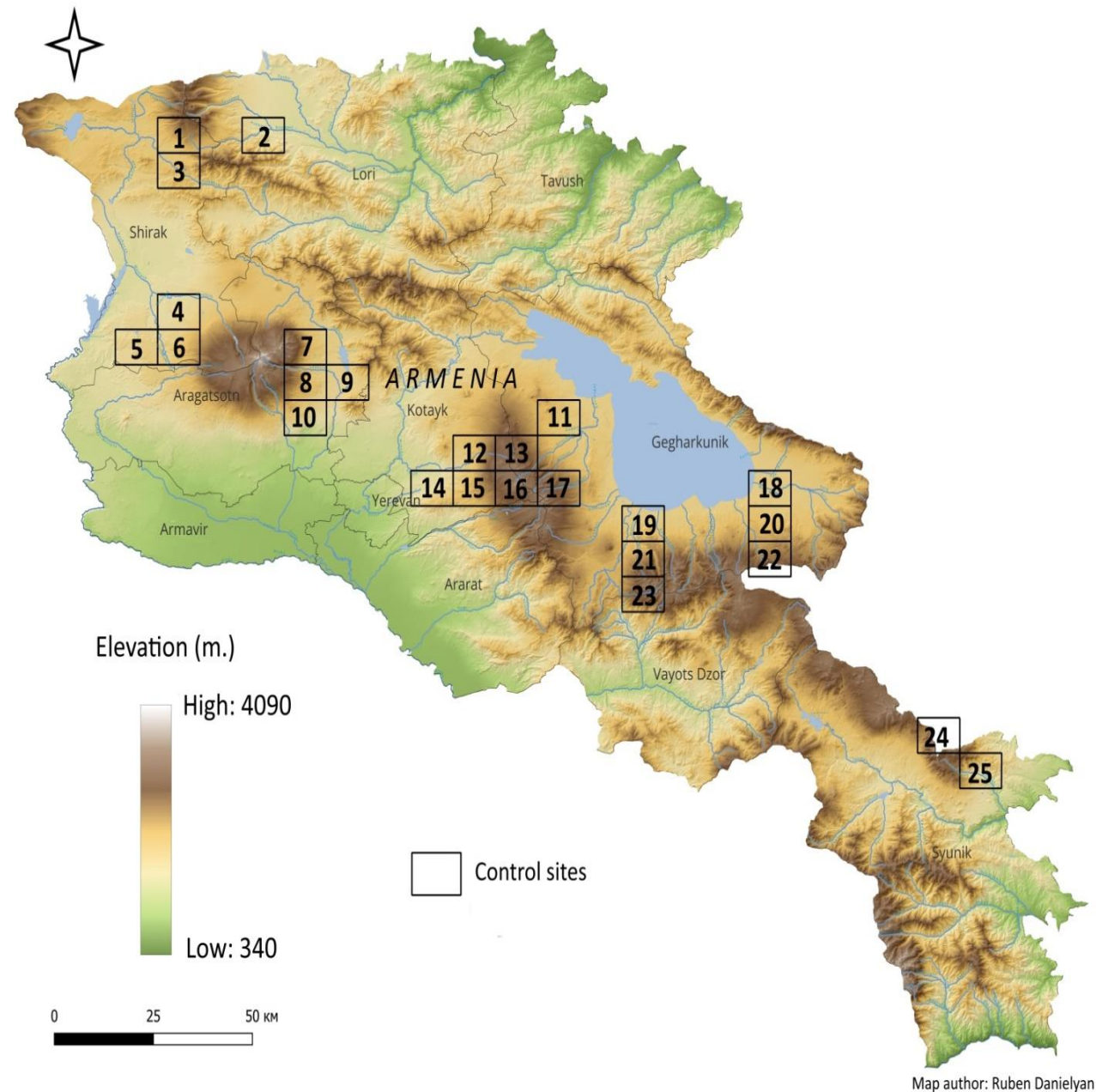


*Мероприятие посвящено 125-летию со дня рождения Николая Владимировича Тимофеева-Ресовского
и 70-летию созданной им лаборатории биофизики*

Екатеринбург, 15–19 сентября 2025 г.

Введение: Разнообразие условий среды в горах позволяет жить и размножаться разным видам и подвидам живых организмов. Различия рельефа местности, горных пород, растительности и животного мира зависят от высоты в горах. Радиационный фон горного ландшафта формируется за счет излучения горных пород и может дополняться космическим γ -излучением и антропогенным радионуклидом ^{137}Cs . Это создает изменчивое радиационное воздействие на микробов, перемещающихся с хозяевами-грызунами. Основную роль в генетической изменчивости микробов играют эпигенетические механизмы. Разнообразие горного ландшафта стимулируют изменчивость, размножение и видообразование. Среди патогенных микробов, в Армении известна бактерия *Francisella tularensis*. Основным хозяином бактерии туляремии является обыкновенная полевка из рода *Microtus* spp.

В исследовании анализируются факторы горного ландшафта Армении, которые могут приводить к генетическим изменениям у бактерии туляремии и видообразованию. Высота локализации эпизоотий и радиационный фон местности влияют на численность популяции грызунов и порог туляремии. Повышение инфицированности снижает порог туляремии. Порог инфицированности 20 является критическим. Генетическую изменчивость бактерий и порог туляремии определяли методом ПЦР. Закономерности адаптации и видообразования бактерий определяли статистическими методами.



Map author: Ruben Danielyan

Рисунок 1. Расположение эпизоотических участков туляремии среди грызунов.

Результаты и обсуждение: В горах суммарная активность естественных (^{226}Ra , ^{232}Th) и антропогенного (^{137}Cs) радионуклидов растет с высотой локализации эпизоотий (Табл.1). Коэффициент корреляции высоты и радиационного фона 0.4. Рассчитанная поглощенная доза сообществом бактерий грызунов в высокогорье сравнима с поглощенной дозой сообществом почвенных бактерий в зоне Мецаморской АЭС ($11.31 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$), которая приводит к гибели, размножению и мутированию бактерий. Известно, что вспышки туляремии среди грызунов (эпизоотии) связаны с генетическими изменениями, которые можно объяснить радиационным воздействием в высокогорье на бактерии грызунов. Вспышки, число эпизоотий и порог туляремии указывают на изменения структуры генов и размножение бактерий.

Таблица 1. Радиоактивность основных радионуклидов высокогорья и поглощенная доза сообществом микробов полевки в высокогорье Армении

Усредненная γ -активность, Bq/kg				Усредненная поглощенная доза, $\mu\text{Gy/h}$ ($\times 10^{-2}$)			
R	^{226}Ra	^{232}Th	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{137}Cs	Σ^*
2000-4000 м н.у.м., высокогорье				Сообщество бактерий мыши			
min	21.5	40.7	68.6	1.89	12.5×10^{-2}	2.09	4.11
max	70.1	97.6	445.7	6.18	30.0×10^{-2}	13.6	20.10

Минимальная и максимальная радиоактивность R, поглощенная доза сообществом бактерий полевки.

Таблица 2 представляет данные по влиянию радиации и высоты на рост числа эпизоотий и порог туляремии (а). Рост радиации в высокогорье влияет на порог инфицированности (а, б) и, следовательно, на генетические изменения в эпизоотиях, сопровождаемые вспышками. С подъемом высоты растет инфицированность эпизоотий с порогом туляремии $n < 20$ и падает общее число эпизоотий с порогом $n > 20$. Разнообразии локализации эпизоотий в мозаичном ландшафте расширяет доверительный интервал линейной регрессии ($CI=95\%$) (б) и снижает коэффициент корреляции порога инфицированности с радиационным фоном и высотой участков (0.1-0.3). Очаги бактерий сохраняются в почве в течение десятилетий. Этому способствуют стабильность среды и биофотонная коммуникация между клетками.

Таблица 2. Зависимость числа эпизоотий и порога туляремии от радиации и высоты

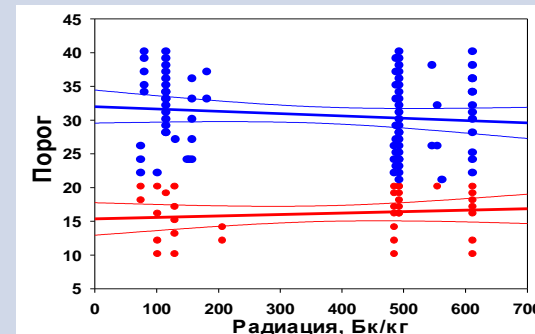
а. Число эпизоотий N, порог инфицированности n

	границы	N (n<20)	N (n>20)
высота н.у.м., h	<3000	58	88
	>3000	64	34
радиоактивность, R $^{137}\text{Cs}+^{226}\text{Ra}+^{232}\text{Th}$	<480	14	34
	>480	36	51

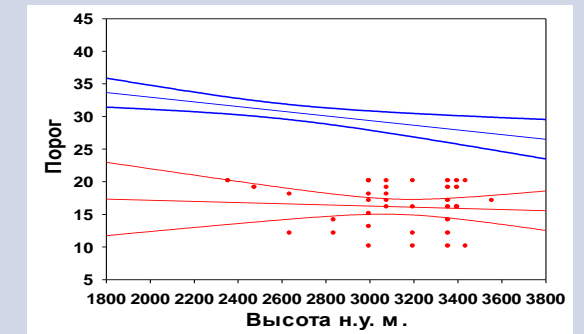
Высокогорье: R >480 Bq/kg; h >3000 m

б. Распределение эпизоотий с порогом n >20 и n <20

Радиация, Bq/kg



Высота, m



Пороги: n <20 (красный); n >20 (синий). CI=95%.

Заключение: Факторами внешней среды изменчивости и видообразования бактерий в горах являются радиационный фон и горный ландшафт. Адаптация бактерий в горах связана с эпигенетическими механизмами и биофотонной сигнализацией.

СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ