

**РОЛЬ АКТИВНОСТИ ФОСФАТАЗ ПОДОШВЕННЫХ ЖЕЛЕЗ В  
ХЕМОКОММУНИКАЦИИ СЕРЫХ (RATTUS NORVEGICUS) И ЧЕРНЫХ (RATTUS  
RATTUS) КРЫС**

Джемухадзе Н.К.

E-mail: [ndzhemukhadze@yandex.ru](mailto:ndzhemukhadze@yandex.ru)

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва*

**ВВЕДЕНИЕ**

Среди многообразия кожных желез особое внимание привлекают подошвенные железы и их роль в маркировочном поведении. По данным литературы известно, что их значение не бывает однозначным у разных видов грызунов [1-3]. У одних видов (например, полевки) они играют второстепенную роль и развиты слабее, чем у других мышевидных грызунов. У крыс подошвенные эккриновые железы играют главенствующую роль в хемокоммуникативных связях [4]. В литературе достаточно сведений об эккриновых железах подошв лап [5]. Морфологически на поверхность подошв также открываются протоки сальных желез, расположенных на ее оволосенной части, секрет которых также должен участвовать в запаховой сигнализации. Вопрос об участии и роли сальных желез подошв лап в маркировочном поведении симпатрических видов крыс до настоящего времени не рассматривался. На сегодняшний день вопрос о связи между такими параметрами, как маркировочное поведение и функциональное состояние специфических кожных желез (СКЖ) остается малоизученным.

Гормональное влияние на обмен веществ осуществляется путем активирования или подавления ферментов в структурах, нервная система свое регулирующее влияние обеспечивает, изменяя активность ферментов. На активность ферментов влияет вид и пол животного [6, 7]. Известно влияние на рост и развитие СКЖ передней доли гипофиза, коры надпочечников, семенников, яичников, т.е. эндокринная система тесно связана с работой кожных желез. Предполагается непосредственное участие и влияние состояния СКЖ, в частности, на размножение [8].

Известно, что существует положительная корреляция между параметрами маркировочной и функциональной активности специфических кожных желез грызунов и, соответственно, аттрактивными свойствами их секрета [7].

Ферментные реакции обуславливают видовые, половые, возрастные и сезонные различия. Было высказано предположение о том, что информативность не изменяющаяся (как, например, пол животного) или медленно изменяющаяся со временем должна содержаться в инерционных системах типа сальных желез, а информация о быстрых изменениях физиологических состояний (как терморегуляция, стресс) — в поте и в моче [9].

Сравнительное гистохимическое исследование давно признано методом анализа общих принципов структурно-химической организации функционально-аналогичных органов [6]. Связывая ферментативную специфичность с выполнением определенной физиологической задачи, можно приблизиться к расшифровке эколого-физиологических механизмов маркировочного поведения. Межвидовые взаимоотношения серых и черных крыс, относящихся к настоящим синантропам и к высоко социальным видам, представляют большой интерес для исследователей [10, 11].

Настоящая работа является первой попыткой трактования связи энзиматических показателей активности фосфатаз сальных и эккриновых подошвенных желез с характером поведения серых и черных крыс. Подобные сведения в доступной нам литературе отсутствуют.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили серые крысы *Rattus norvegicus* Berk, 1969 (самцы —  $n = 9$  и самки —  $n = 6$ ) и черные крысы *Rattus rattus* L., 1758 (самцы —  $n = 10$  и самки —  $n = 7$ ) — половозрелые, одного возраста (примерно 1,5-2-х летние), отловленные в Москве и Московской области.

Материал зафиксировали 10%-ным нейтральным формалином на холоде. Проведена серия качественных гистоэнзиматических реакций: реакции на кислую фосфатазу (КФ) проводили по Гомори; на щелочную фосфатазу (ЩФ) — по методу Берстона с солями металлов и на аденозинтрифосфатазу (АТФазу) — свинцовым методом Гомори [12, 13]. Все гистохимические реакции проводили по модифицированным методикам, отработанным автором специально для кожного покрова грызунов. Контроль к реакциям ставился с инкубационными средами без субстратов. Материал от каждой группы животных обрабатывался параллельно в идентичных условиях.

На основе квалитетического метода предложен полуколичественный анализ качественных состояний биосистемы, сводящийся к переводу гистохимических знаков в

цифровые аналоги и введению индекса, позволяющего оценивать степень полового диморфизма [14]. Расчет вели по следующей формуле:

$$K_{\text{♂-♀}} = \frac{(A^1 - A^2) \times 100}{A^1},$$

где  $K_{\text{♂-♀}}$  — индекс полового диморфизма, %;  $A^1$  — большее значение ферментной активности в системе «самцы-самки», баллы;  $A^2$  — меньшее значение ферментной активности в системе «самцы-самки», баллы.

Чем ближе индекс к 100%, тем существеннее половой диморфизм в гистоэнзиматических показателях кожных желез.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты по уровням активности трех определяющих процесс секретирования фосфатаз представлены в таблице.

Таблица – Уровни активности фосфатаз в двух типах подошвенных желез серых и черных крыс

Тип кожных желез	Ферменты	Серая крыса					Черная крыса				
		Стандартное обозначение активности		КОА*, баллы		$K_{\text{♂-♀}}$ , %	Стандартное обозначение активности		КОА, баллы		$K_{\text{♂-♀}}$ , %
		♂	♀	♂	♀		♂	♀	♂	♀	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀		
Сальные железы	Кислая фосфатаза	+	++	3	4	25	++	+	4	3	25
	Щелочная фосфатаза	+	++	3	4	25	+	++	3	4	25
	Аденозинтрифосфатаза	+(-)	+	2	3	33	+(-)	+	2	3	33
Эккриновые железы	Кислая фосфатаза	+(-)	+	2	3	33	-(+)	++	1	4	75
	Щелочная фосфатаза	+++	++	5	4	20	++	+	4	3	25
	Аденозинтрифосфатаза	++	+	4	3	25	-(+)	+(-)	1	2	50

\*Примечание: КОА — квалитетное обозначение активности: 0 — «-» — отсутствие активности; 1 — «-(+)» — минимальные следы фермента; 2 — «(+)-» — следы фермента; 3 — «+» — низкое содержание фермента; 4 — «++» — умеренное содержание фермента; 5 — «+++» — высокое содержание фермента; ♂ — самцы; ♀ — самки;  $K_{\text{♂-♀}}$  — индекс полового диморфизма.

При анализе полученных данных в каждой группе исследованных животных значительного разброса в результатах не обнаружено.

По нашим данным, как в сальных, так и эккриновых железах у обоих видов крыс четко выражен половой диморфизм. Кроме того, необходимо отметить наличие черт сходства и различия в содержании КФ, ЩФ и АТФазы в аналогичных кожных железах у серой и черной крыс.

Для решения вопросов межвидовых отношений настоящих синантропов, каковыми являются серые и черные крысы, большое значение приобретает выяснение характера и механизмов этих взаимоотношений [10].

Представленные виды имеют примерно одинаковые размеры, большую плодовитость и т.д. У этих видов сходное развитие иерархической структуры при полной идентичности поведения [10, 11].

Социальное положение особи в смешанной группе зависит от видовой принадлежности, пола, индивидуальных особенностей. Идентичные показатели уровней активности изученных фосфатаз свидетельствует о таксономической близости этих видов. В сальных железах оволосенной части подошв лап, несущих информацию о не- или мало изменяющихся параметрах в состоянии особи, активность КФ, ЩФ и АТФазы как самцов, так и самок серых крыс оказывается на порядок выше, чем у черных. В конкурентной обстановке смешанной группы наибольшую значимость представляет четкая информация о доминирующей особи, о степени ее агрессивности. Различия в содержании ферментов в подошвенных железах, а, следовательно, в выделяемом ими секрете, в первую очередь, связано со следовой маркировкой. Доминирующее положение у серых крыс обычно занимают самцы, а у черных — может быть и самка [10, 11]. Реактивно изменяющаяся информация об особи должна быть заключена в секрете эккриновых желез. У самцов серых крыс низкое значение показателей активности фермента КФ, по-видимому, обеспечивает достаточно быстрое изменение состава выделяемого секрета. Доказательством данного предположения является значительное изменение в соотношении содержания фосфатаз в эккриновых железах при стрессе [15]. Что касается черных крыс, то, по-видимому, именно данная комбинация уровней активности КФ, ЩФ, АТФазы, в отличие от самок серых крыс, в определенных ситуациях изменяется и этим предоставляет возможность занять лидирующее положение в группе.

Таким образом, выявленные межвидовые различия в уровнях активности КФ, ЩФ и АТФазы в сальных железах подошв лап указывают на несомненную роль в специфичности вырабатываемого секрета у крыс.

Принимая во внимание литературные данные о влиянии эндокринной и нервной систем на активность ферментов кожных желез, можно предположить, что связь нейроэндокринной регуляции с системой маркировочного поведения подошвенными железами может служить механизмом регулирования взаимоотношений между синантропными видами, такими как серые и черные крысы, в смешанных поселениях [6, 7, 8, 16].

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает глубокую признательность к.т.н. А.Б. Киладзе (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН) за квалитетическую обработку гистоэнзиматических данных и подготовку электронного варианта рукописи статьи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скурат Л.Н., Потапова Л.А.* Подошвенные железы унградской полевки // Материалы I Всесоюзного совещания по химической коммуникации животных. М.: Наука. 1979. С. 17-18.
2. *Weiner J.S., Hellman K.* The sweat glands // *Biol. Rev.* 1960. V. 35. № 2. P. 141-186.
3. *Wechsler H.L., Fisher E.R.* Eccrine glands of the rat // *Arch. Dermatol.* 1968. V. 97. № 2. P. 189-201.
4. *Скурат Л.Н., Ляпунова К.Л., Дадикян К.М.* Поведенческие реакции серых крыс (*Rattus norv. norv. B.*) на запах самцов и самок своего вида // Материалы I Всесоюзного совещания по химической коммуникации животных. М.: Наука. 1979. С. 161-163.
5. *Соколов В.Е., Джемухадзе Н.К.* Сравнительная гистохимия специфических кожных желез полевки-экономки и приозерной полевки // *ДАН.* 1989. Т. 306. № 1. С. 203-205.
6. *Диксон М., Уэбб Э.* Ферменты. М.: Мир. 1982. Т. 3. С. 904-935.
7. *Dickerson J.W.T., John P.M.V.* The effect of sex and site on the composition of skin in the rat and mouse // *J. Biochem.* 1964. V. 92. № 2. P. 364-368.
8. *Соколов В.Е., Джемухадзе Н.К.* Гистохимия фосфатаз в двух типах подошвенных кожных желез у некоторых видов дальневосточной полевки // *ДАН.* 1996. Т. 350. №2. С. 284-286.

9. *Джемухадзе Н.К.* Значение межвидовых различий в гистоэнзиматических показателях кожных желез серых (*Rattus norvegicus*) и черных (*Rattus rattus*) крыс в их социальном поведении // ДАН. 2007. Т. 416. № 4. С. 567-570.
10. *Калинин А.А.* Межвидовые отношения серых и черных крыс. М.: РАН. 1995. 130 с.
11. *Калинин А.А.* Социальная организация группировок черных (*Rattus rattus*) и серых (*Rattus norvegicus*) крыс // Зоол. журн. 1994. Т. 77. № 3. С.112-119.
12. *Пирс Э.* Гистохимия. М.: ИЛ. 1962. 962 с.
13. *Берстон М.* Гистохимия ферментов. М.: Мир. 1965. 464 с.
14. *Киладзе А.Б., Джемухадзе Н.К.* Квалиметрический анализ активности фосфатаз подошвенных желез серых полевок // IV Всероссийская конференция по поведению животных. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2007. С. 66-67.
15. *Соколов В.Е., Скурат Л.Н., Шабаташ С.А., Дадикян К.М.* Влияние иммобилизационного и теплового стресса на содержание гликогена в эккриновых потовых железах крыс // Стресс и адаптация. Кишинев: Штиница. 1978. С.380.
16. *Vasilieva N.Yu., Zinkevich E.P., Djemukhadze N.K.* Adaptive significance of the females campbellian's hamster marking behavior // Chemical signals in vertebrates. VI. Program and Abstr., Philadelphia. Pennsylvania. 1991. P. 28.