

## Взаимоотношения обыкновенного хомяка (*Cricetus cricetus*) и серой крысы (*Rattus norvegicus*) в условиях эксперимента

Феоктистова Н. Ю., доктор биол. наук, Кропоткина М. В., канд. биол. наук, Кузнецова Е. В., Суров А. В., чл.-корр. РАН

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, 119071 Москва, Ленинский просп., 33

В последние полвека численность обыкновенного хомяка заметно снизилась по всему ареалу, но в городах она, напротив, начала расти. Во многих населенных пунктах, которые сейчас активно заселяются хомяками, обитают и серые крысы. Однако по опросным данным эти виды не встречаются в одних и тех же местообитаниях, что может быть следствием прямой или косвенной конкуренции. Впервые в экспериментальных условиях показано, что у крыс в ответ на запах мочи хомяка достоверно повышается уровень кортикостерона, а при прямых контактах крысы в большинстве случаев демонстрируют пассивное оборонительное поведение и большую часть времени неподвижно сидят в углу камеры. В свою очередь обыкновенные хомяки активно исследуют всю площадь открытого поля, обнюхивают крыс, не проявляя при этом агрессии. Запах мочи крысы не вызывает у хомяков подъема уровня кортизола. Возможно, обнаруженные поведенческие и физиологические реакции серых крыс на присутствие обыкновенного хомяка или его экскретов являются механизмом конкурентного исключения этих видов.

**Ключевые слова:** поведение, кортизол, кортикостерон, *Cricetus cricetus*, *Rattus norvegicus*, конкурентные взаимоотношения.

Урбанизация – уникальное и относительно новое явление, не имеющее природных аналогов. Очевидно, что в процессе урбанизации резко меняется природная среда, создаются принципиально новые условия обитания животных и растений. Для большинства видов животных существование в этих условиях становится неприемлемым, но для некоторых городская среда обитания может оказаться вполне благоприятной, и плотность таких видов может достигать даже более высоких значений по сравнению с естественными местообитаниями (1, 2, 3, 4). Среди млекопитающих, в частности, грызунов, это в первую очередь серая (*Rattus norvegicus* Berk., 1769) и черная крысы (*Rattus rattus* L., 1758), домовая мышь (*Mus musculus* L., 1758) (5). Эти виды, благодаря склонности к синантропии, расширили свой ареал, практически став космополитами (6, 7, 8). Существование в городской среде требует изменений в поведении и экологии (4, 9). При этом к жизни в больших городах легче приспособляются эврибионты и эврифаги, обладающие высо-

кой плодовитостью. Таковыми, безусловно, являются указанные выше синантропные виды. Однако в последние десятилетия в связи с расширением площадей, занимаемых городами, и сокращением естественных местообитаний появляются новые (гемисинантропные) виды, которые также успешно адаптируются к обитанию в урбоценозах. Одним из таких видов является обыкновенный хомяк (*Cricetus cricetus* L., 1758). В своем распространении он тесно связан с антропогенными местообитаниями, включая пахотные земли (особенно посевы зерновых), окраины полей, дорожные откосы, огороды и сады в сельской местности. За последние 50 лет численность обыкновенного хомяка заметно снизилась по всему ареалу (10, 11), но в городах она, напротив, начала расти (12, 13, 14, 15, 16, 17).

Наиболее многочисленная городская популяция обыкновенного хомяка обитает в Симферополе по крайней мере с конца 1970-х годов (12). В Симферополе же обитают и серые крысы, с которыми обыкновенный хомяк может конкури-

ровать. Однако по данным научного сотрудника Федерального Центра эпидемиологии и гигиены Республики Крым Н.Н. Товпинца в Симферополе не обнаружено ни одного биотопа, где бы обыкновенный хомяк и серая крыса встречались вместе. Данные опросов, проведенных в разных городах России (Кисловодске, Нальчике, Новосибирске и др.), подтверждают эту тенденцию. Является ли это результатом прямой (за территорию) или косвенной (деления общих ресурсов) конкуренции, сказать сложно.

В данной статье мы попытались экспериментально смоделировать ситуацию прямых контактов обыкновенного хомяка и серой крысы и оценить гормональный ответ на запах другого вида как потенциального стрессирующего фактора.

### Материалы и методы

В экспериментах участвовали 10 самцов серых крыс, полученных при разведении дикой линии пасюков (виварий Института пест-менеджмента), и 10 самцов обыкновенного хомяка, полученных от разведения особей, привезенных из г. Симферополя (первое поколение), и входящих в коллекцию диких видов млекопитающих ИПЭЭ РАН.

Все животные были взрослыми (от 6 мес. до 1 года), сексуально опытными, их содержали индивидуально в клетках размером 466 x 314 x 200 мм в стандартных условиях (в соответствии с требованиями вивария ИПЭЭ РАН и биоэтическими нормами). Подстилкой служили древесные стружки, в рацион питания входил комбикорм, овес, овощи, творог, мясо, вода *ad libitum*. Опыты проводили в летнее время в период максимальной репродуктивной активности животных.

### Метод регистрации поведенческих ответов тестируемых особей при ссаживании в открытом поле

Попарные ссаживания проводили на нейтральной территории в квадратной плексиглазовой камере 600 x 600 x 500 мм в вечерние часы. Всего проведено 10 опытов по одному с каждым подопытным хомяком. В открытое поле животных запускали одновременно и в течение 10 минут регистрировали следующие формы поведения: агрессивное (боксирования, схватки), обнюхивания разных частей тела партнера, ориентировочно-исследовательское (принюхивания, стойки), двигательная активность (перемещения); комфортное поведение (умывания, чистки, встряхивания), маркиро-

вочная активность (мечения ано-генитальной областью, углами рта, расчесывание областей локализации желез – средне-брюшной, боковой), также отмечали замиранья как показатель животных (18).

Опыт записывали на видеокамеру, а затем расшифровывали для каждого партнера в отдельности.

### Метод регистрации гормонального ответа самцов на запах мочи самцов другого вида

Экспозицию мочи другого вида проводили в одно и то же время суток (с 9–00 до 11–00). В домовую клетку тестируемого самца обыкновенного хомяка или крысы помещали ватный тампон, на который наносили около 100 мкл мочи самца другого вида или воды (контроль). После 30-минутной экспозиции производили забор крови из ретроорбитального синуса. Процедура взятия крови занимала не более 30 секунд и не вызывала у животных стресс-реакции, которая приводила бы к выбросу в кровь кортизола (19). Полученную сыворотку крови отделяли центрифугированием при 6000 об/мин и хранили при температуре –18°C до проведения измерений. В крови определяли концентрацию гормонов (кортизола у обыкновенного хомяка и кортикостерона у серой крысы) методом гетерогенного ИФА на планшетном спектрофотометре iMark (Bio-Rad) с использованием коммерческих наборов реактивов компании «Иммунотех» (Москва, Россия) (для кортизола) и коммерческих наборов реактивов компании DRG Diagnost. (Германия) (для кортикостерона). Было протестировано по 15 животных каждого вида.

Для сбора мочи особей-доноров помещали в индивидуальные клетки с сетчатым полом, под которым находились листы чистого полиэтилена. Мочу собирали автоматической пипеткой сразу после выделения и хранили в замороженном виде до момента испытания.

Анализ полученных данных проводили в программе Statistica 8. Для сравнения выборок с попарно связанными вариантами использовали критерий Вилкоксона для сопряженных пар (Wilcoxon Matched Pairs Test) ввиду несоответствия нормальному распределению и относительно небольших объемов выборок.

### Результаты

При ссаживании в открытом поле самцов обыкновенного хомяка и серой крысы агрессив-

Таблица

**Типы и интенсивность взаимодействий самцов обыкновенного хомяка и серой крысы  
(количество элементов поведения в течение 10 минут, хомяк/крыса)**

Номер опыта	Исследовательское поведение	Комфортное поведение	Замирания	Обнюхивания	Инициирование агрессивных взаимодействий (только крыса)	Маркировочное поведение (только хомяк)
1	23/3	9/0	0/18	15/0	2	2
2	42/27	13/19	2/10	10/0	3	7
3	39/5	11/5	1/26	9/1	0	0
4	43/20	11/5	2/14	17/4	0	2
5	42/7	21/2	2/9	8/4	1	8
6	59/32	25/5	0/10	13/11	0	1
7	51/15	18/25	4/10	7/4	2	0
8	64/8	13/9	0/10	12/5	3	2
9	76/12	10/6	0/11	23/5	5	1
10	46/16	7/4	0/10	30/10	10	0
Медиана	44,5/13,5	12/5	0,5/10	12,5/4	0/2	1,5

ные взаимодействия возникали не часто и проявлялись в наскоках крысы на хомяка и взаимном боксировании (табл.). Чаще эти элементы отмечались в первые минуты опыта. Хомяки в большинстве случаев не проявляли при этом ответной агрессии, спокойно отходили в сторону и продолжали исследовать территорию.

Обнюхивания достоверно чаще инициировались хомяками (назо-назальные контакты, обнюхивание спины, боков) ( $Z=2,8$ ,  $p<0,005$ ). При этом крысы, как правило, сохраняли неподвижность и не пытались в ответ обнюхивать хомяка (табл.),

Хомяки проявляли достоверно более выраженную ориентировочно-исследовательскую активность ( $Z=2,8$ ,  $p<0,005$ ), более интенсивное комфортное поведение по сравнению с серой крысой (табл.). При этом они исследовали всю площадь арены, а не только периметр. Крысы достоверно больше времени ( $Z=2,8$ ,  $p<0,005$ ) проводили в состоянии неподвижности и, в отличие от хомяков, не маркировали территорию (табл.).

Запах мочи самцов крыс не является стрессирующим для обыкновенного хомяка (концентрация кортизола  $31,4 \pm 2,0$  нг/мл в ответ на запах мочи серой крысы и  $38,2 \pm 1,5$  нг/мл в контроле). Запах мочи самцов обыкновенного хомяка, напротив, вызывал у самцов серой крысы выраженную стрессорную реакцию –  $100,6 \pm 2,5$  нг/мл в контроле против  $242,2 \pm 3,5$  нг/мл на запах самцов обыкновенного хомяка ( $p<0,05$ ).

### Обсуждение

Таким образом, тесты с парными взаимодействиями обыкновенного хомяка и серой крысы показывают, что последние не исследуют территорию арены столь активно, как обыкновенные хомяки, несмотря на то, что у видов-синантропов освоение новой территории обычно происходит довольно быстро (9, 20). То же можно сказать и о стремлении к контактам, их инициаторами почти всегда становились хомяки. Крысы явно избегали взаимодействий с хомяками, выбирали один угол, в котором и проводили большую часть времени опыта. Такое поведение можно интерпретировать как выраженную стрессорную реакцию. Это подтверждается и опытами с предъявлением запаха мочи другого вида, который у крыс, в отличие от хомяков, вызывал достоверный подъем гормона стресса – кортикоостерона. Наблюдаемые агрессивные контакты, которые отмечали в первые минуты ссаживания, также скорее свидетельствуют о стрессорной реакции крыс в присутствии обыкновенного хомяка, чем об их реальной агрессивности по отношению к другому виду.

В отличие от серой крысы обыкновенный хомяк активно исследовал всю площадь открытого поля, регулярно проявлял элементы комфортно- и маркировочного поведения, являлся инициатором обнюхиваний.

Наблюдаемая картина не является типичной для серой крысы. Так, при изучении взаимодей-

ствий серых и черных крыс именно серые крысы (особенно самцы) проявляли выраженное агрессивное поведение по отношению к черным крысам. Причем от индивидуального уровня агрессивности зависело и проявление других элементов поведения: при увеличении агрессии уменьшалось число обонятельных контактов и элементов нейтрально-дружелюбного поведения (21). В результате проведенных лабораторных экспериментов был сделан вывод о том, что более высокий уровень агрессивности серых крыс в межвидовых взаимоотношениях может являться причиной доминирования пасюков в смешанных группировках серых и черных крыс. И, хотя такие группировки в некоторых городах могут существовать довольно продолжительное время, в конечном итоге серые крысы вытесняют черных, подавляя размножение последних и увеличивая социальную напряженность (21). Серая крыса стала активно заселять Европу только начиная с XV века н.э., вытесняя черную крысу сначала из городов, а затем из деревень (5).

Однако обыкновенный хомяк и серая крыса не являются столь близкими, как серая и черная крысы, и прямой конкуренции у них быть не должно. Действительно, крысы в городах, как правило, обитают в постройках человека, и лишь небольшая часть популяции селится на внедомовых территориях (в парках, скверах, садах, кладбищах, вдоль транспортных магистралей) (13), где теоретически может пересекаться с хомяками. Тем не менее, как было отмечено во введении, эти два вида в одних и тех же городских местообитаниях не обнаруживаются. Полученные нами лабораторные данные свидетельствуют о том, что в случае прямых или опосредованных (через пахучие экскреты) контактов хомяк или его запах вызывают у серой крысы ярко выраженную стрессорную реакцию, как на поведенческом, так и на физиологическом уровне. Возможно, подобная реакция заставляет серых крыс покидать или не занимать те места, где поселился обыкновенный хомяк. Подобная картина наблюдается и при взаимодействии синантропных домовых мышей с экзотропными видами (лесными мышами, рыжими полевками, оленьими хомячками и др.), которые не проникают на территорию, занятую группировками домовых мышей (в постройки человека). Однако в природных условиях наблюдается прямо противоположная картина: дикоживущие виды грызунов оказываются более конкурентноспособными, вытесняя домовых мышей

из благоприятных местообитаний (22). Роль пахучих сигналов в обеспечении реакции избегания конкурентного вида также нельзя недооценивать. Показано, что запах мочи синантропных видов домовых мышей снижает плодовитость самок восточно-европейской полевки *Microtus rossiaemeridionalis* (23). Такое подавление может быть одним из способов вытеснения из построек человека факультативного синантропа (полевки) истинным синантропом (домовой мышью).

Понятно, что проблема взаимоотношений разных видов животных в городах в настоящее время становится все более актуальной в связи с ускоряющимся процессом урбанизации. Данные о них, безусловно, важны как в плане биологического контроля численности животных, обитающих в городах, так и для обеспечения оптимального (безопасного для человека) биологического разнообразия городской среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке грантов Российского научного фонда (проект №16-14-10269) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект №17-04-01061).

### Список использованной литературы References

1. Гливич И. Исследования процесса синурбанизации животных на примере городских популяций // *Studia geographica*. 1980. №71. №1. P. 122-132. [Glivich I. Issledovaniya processa sinurbanizacii zhivotnyh na primere gorodskih populyacij // *Studia geographica*. 1980. №71. №1. P. 122-132].

2. Соколов В. Е., Тихонова Г. Н., Тихонов И. А., Бодяк Н. Д., Суров А. В. Незастроенные территории центра Москвы как среда обитания мышевидных грызунов // Доклады академии наук. 1995. Т. 345. №5 С. 711-715. [опубликована на англ. яз.: Sokolov V. E., Tihonova G. N., Tihonov I. A., Bodyak N. D., Surov A. V. Nezastroennye territorii centra Moskvy kak sreda obitaniya myshevidnyh gryzunov // *Doklady akademii nauk* 1995. Т. 345. №5 С. 711-715]

3. Карасева Е. В., Самойлов Б. Л., Морозова Г. В., Телицына А. Ю. Млекопитающие Москвы, исключая грызунов, за последние 100 лет // Природа Москвы. 1998. М.: Биоинформсервис, С. 121-141. [Karaseva E. V., Samojlov B. L., Morozova G. V., Telicyna A. YU. Mlekoopitayushchie Moskvy, isklyuchaya gryzunov, za poslednie 100 let // *Priroda Moskvy*. 1998. М.: Биоинформсервис, С. 121-141].

**4. Luniak M.** Synurbization – adaptation of animal wildlife to urban development // Proceedings 4th International Urban Wildlife Symposium. 2004. / Eds Shaw W. W., Harris K. L., van Druff L. Tucson: Univ. Arizona, P. 50–55.

**5. Рыльников В. А.** Серая крыса (*Rattus norvegicus* Berk.): экологические основы и подходы к управлению численностью. М.: Институт пест-менеджмента. 2010. 366 с. [Ryl'nikov V. A. Seraya krysa (*Rattus norvegicus* Berk.): ehkologicheskie osnovy i podhody k upravleniyu chislennost'yu. M.: Institut pest-menedzhmenta. 2010. 366 p].

**6. Кучерук В. В.** Грызуны – обитатели построек человека в населенных пунктах различных регионов СССР. // Общая и региональная териология. М.: Наука. 1988. С. 165-237. [Kucheruk V. V. Gryzuny – obitateli postroek cheloveka v naselyonnyh punktah razlichnyh regionov SSSR. // Obshchaya i regional'naya teriologiya. M.: Nauka. 1988. p. 165-237].

**7. Хляп Л. А., Варшавский А. А.** Синантропные и агрофильные грызуны как чужеродные млекопитающие // Российский журнал биологических инвазий. 2010, №3. С. 73-91. [опубликована на англ. яз.: Khlyap L. A., Warshavskiy A. A. Synanthropic and agrophilic rodents as invasive alien mammals // Russian Journal of Biological Invasions. 2010, Vol. 1, No.4. P. 301–312.]

**8. Khlyap L., Glass G., Kosoy M.** Rodents in urban ecosystems of Russia and the USA Chapter 1. in Rodents: Habitat, Pathology and Environmental Impact. Ed. Triunveri A., Scalise D. 2012. Nova Science Pub Inc. P. 1-22.

**9. Тихонова Г. Н., Тихонов И. А., Суров А. В., Богомолов П. Л., Котенкова Е. В.** Экологические аспекты формирования фауны мелких млекопитающих урбанистических территорий Средней полосы России. М.: КМК. 2012. 373 с. [Tihonova G. N., Tihonov I. A., Surov A. V., Bogomolov P. L., Kotenkova E. V. Ekologicheskie aspekty formirovaniya fauny melkih mlekopitayushchih urbanisticheskikh territorij Srednej polosity Rossii. M.: KMK. 2012. 373 p.]

**10. Neumann K., Michaux J., Maak S., Jansman A. H., Kayser A., Mundt G., Gattermann R.** Genetic spatial structure of European common hamsters (*Cricetus cricetus*) – a result of repeated range expansion and demographic bottlenecks // Mol. Ecol. 2005. V. 14. P. 1473–1483.

**11. Surov A., Banaszek A., Bogomolov P., Feoktistova N., Monecke S.** Dramatic global decrease in the range and reproduction rate of the

European hamster *Cricetus cricetus* // Endangered species research. 2016. P.119-145.

**12. Товпинец Н. Н., Евстафьев И. Л., Карасева Е. В.** Склонность к синантропии обыкновенного хомяка (*Cricetus cricetus*) по наблюдениям в Крыму // Фауна в антропогенном ландшафте: Матер. териологич. школы. Вып. 8. Луганск. 2006. С. 136–145. [Tovpinets N. N., Yevstaf'yev I. L., Karaseva Ye. V. Sklonnost' k sinantropii obyknovennogo khomyaka (*Cricetus cricetus*) po nablyudeniyam v Krymu // Fauna v antropogennom landshafte: Mater. teriologich. shkoly. Vyp. 8. Lugansk. 2006. S. 136-145.]

**13. Суров А. В., Поплавская Н. С., Богомолов П. Л., Кропоткина М. В., Товпинец Н. Н., Кацман Е. А., Феоктистова Н. Ю.** Синурбанизация обыкновенного хомяка (*Cricetus cricetus* L., 1758). Российский журнал биологических инвазий. 2015. №4. С.105-117. [опубликована на англ. языке: Surov A. V., Poplavskaya N. S., Bogomolov P. L., Kropotkina M. V., Tovpinetz N. N., Katzman E. A., and Feoktistova N. Yu. Synurbization of the Common Hamster (*Cricetus cricetus* L., 1758). Russian Journal of Biological Invasions, 2016, Vol. 7, No.1, pp. 69–76.]

**14. Čanády A.** New site of the European hamster (*Cricetus cricetus*) in the urban environment of Košice city (Slovakia) // Zoology and Ecology. 2013. V. 23. №1. P. 61–65.

**15. Franceschini-Zink C., Millesi E.** Population development and life expectancy in Common hamsters // Biosystem. and Ecol. 2008. Ser. V. 25. P. 45-59.

**16. Vohralík V.** New records of *Cricetus cricetus* in the Czech Republic (Rodentia: Cricetidae) // Lynx, n.s. (Praha). 2011. V.42. P. 189–196.

**17. Feoktistova N. Y., Surov A. V., Tovpinetz N. N., Kropotkina M. V., Bogomolov P. L., Siutz C., Haberl W.** The common hamster as a sinurbist a history of settlement in european cities // Zoologica Poloniae. 2013. Ed.: Jan Kotusz. Polskie Towarzystwo Zoologiczne. 58. 3-4. P. 113-126.

**18. Соколов В. Е., Васильева Н. Ю., Роговин К. А.** К вопросу об эволюции маркировочного поведения у грызунов. Структурный анализ последовательностей движения. // Зоол. журн. 1998. Т.67. 2. С. 251-262. [Sokolov V. Ye., Vasil'yeva N. YU., Rogovin K. A. K voprosu ob evolyutsii markirovochnogo povedeniya u gryzunov. Strukturnyy analiz posledovatel'nostey dvizheniya. // Zool. zhurn. 1998. T.67. 2. S. 251-262.]

**19. Graievskaya B. M., Surov A. V., Meshersky I. G.** The tongue vein as a source of blood in the golden hamster. *Z. fur Versuchstierkunde*. 1986. 29. 1. С. 41-43.

**20. Kotenkova E. V., Meshkova N. N., Zagoruiko N. V.** Exploratoru behavior in synantropic and outdoor mice of superspecies complex *Mus musculus* s.l. // *Polish ecological studies*. 1994. V.20. N.3-4. P. 377-384.

**21. Калинин А. А.** Межвидовые отношения серых и черных крыс. М. ИЭМЭЖ. 1995. 130 с. [Kalinin A. A. *Mezhvidovyye otnosheniya serykh i chernykh krys*. М. ИЭМЭЖ. 1995. 130 с.]

**22. Котенкова Е. В.** Типизация форм синантропии домовых мышей надвидового комплекса домовых мышей видового комплекса *Mus musculus* s.l. и адаптации к комменсальному образу жизни // *Пест-менеджмент*. 2009. № 1-2. С. 72-77. [Kotenkova Ye. V. *Tipizatsiya form sinantropii domovykh myshey nadvidovogo kompleksa domovykh myshey vidovogo kompleksa Mus musculus s.l. i adaptatsii k komensal'nomu obrazu zhizni* // *Pest-menedzhment*. 2009. №1-2. S. 72-77.]

**23. Котенкова Е. В.** Влияние запаха синантропных домовых мышей на размножение восточноевропейской полевки (*Microtus rossiaemeridionalis*) // *Популяционная экология животных. Материалы Международной конференции «Проблемы популяционной экологии животных»*. Томск, 2006. С. 304-305. [Kotenkova Ye. V. *Vliyaniye zapakha sinantropnykh domovykh myshey na razmnozheniye vostochnoyevropeyskoy polevki* // *Microtus rossiaemeridionalis* // *Populyatsionnaya ekologiya zhivotnykh. Materialy konferentsii «Problemy populyatsionnoy ekologii zhivotnykh»*. Tomsk, 2006. S. 304-305.]

### Interrelations of the common hamster (*Cricetus cricetus*) and Norway rat (*Rattus norvegicus*) in laboratory tests

*Feoktistova N. Yu., D. Sci., Kropotkina M. V., PhD., Kuznetsova E. V., Surov A. V., corr.-member of RAS Severtsov A. N., Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Leninsky 33 Moscow, 119071 Russia*

Last half of the XX century the abundance of the common hamster dramatically declined across the whole range while in urban environment it began to increase. Many cities, which are actively colonized by hamsters, are occupied by Norway rats as well. However respondents from different cities noted that rats and hamsters never co-occur. It may be an effect of direct or indirect competition. For the first time in experimental tests we have shown that hamster urine odor causes the rise of corticosterone (stress hormone) level in rats. In direct contacts on neutral area in most cases rats demonstrated passive-defensive behavior and sat still in the corner. At the same time hamsters actively investigated the area, sniffed rats but showed no aggression. Urine odor of rats does not cause the rise of cortisol level in hamsters. We suppose that revealed behavioral and physiological responses of rats to hamster's odor and presence could be one of the mechanisms of competitive exception.

Ключевые слова: behavior, cortisol level, corticosterone level, *Cricetus cricetus*, *Rattus norvegicus*, competitive exception.