

УДК 599.323.4

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДОМАШНЕЙ КОШКИ НА РЕПРОДУКЦИЮ СЕРОЙ КРЫСЫ (*RATTUS NORVEGICUS*)

Маланьина Т.В., Вознесенская В.В.

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, e-mail: malanina.tatiana@gmail.com

В данной работе исследовали действие мочи кошки (*Felis catus*) и феромона кошачьих L-фелинина (L-Felinine, 0,05%, 0,05 мл, US Biologicals) в отношении подавления размножения у серой крысы (*Rattus Norvegicus*) в различные сезоны года. Было обнаружено, что экспозиция беременных самок крысы (*Rattus Norvegicus*) к моче кошки влияет на вес детенышей при взвешивании на 21 день после рождения. В экспериментальной группе вес детенышей составил 53 ± 10 г ($n = 102$), что достоверно ниже ($p < 0,001$, $n = 184$), чем в контроле 65 ± 10 г ($n = 82$). L-фелинин достаточно хорошо повторяет эффекты цельной мочи домашней кошки. L-Фелинин вызывает достоверное снижение веса детенышей серой крысы в осенне-зимний период ($p < 0,001$, $n = 183$) и в весенне-летний ($p < 0,01$, $n = 144$). L-фелинин оказывает достоверное влияние на соотношение полов у крыс ($p < 0,001$, $n = 24$), сдвигая его в пользу самцов. Снижение репродуктивного успеха под действием запаха хищника более выражено в осенне-зимний период, чем в весенне-летний. L-фелинин может выполнять функции химического сигнала, участвующего в регуляции репродукции серых крыс. Такого рода исследования открывают возможности разработки нетоксичных препаратов для регуляции численности грызунов, которые не вызывают привыкания при многократных применениях.

Ключевые слова: химическая коммуникация, грызуны, сезонность, репродукция, феромоны

THE INFLUENCE OF CAT'S CHEMICAL CUES ON THE NORWAY RATS (*RATTUS NORVEGICUS*) REPRODUCTION

Malanina T.V., Voznessenskaya V.V.

A.N. Severtzov Institute of Ecology and Evolution, Moscow, e-mail: malanina.tatiana@gmail.com

The influence of the cat urine *Felis catus* as well as the Felidae family pheromone L-Felinine (0,05%, US Biologicals) on rat *Rattus norvegicus* reproduction have been studied during different seasons. Exposure of pregnant females to cat urine over gestation period caused a significant weight drop of offspring by 21-st day after birth. In experimental group the weight was 53 ± 10 g ($n = 102$) which is significantly lower than in control group (65 ± 10 g, $n = 82$, $p < 0,001$). Exposures of L-felinine caused significant drop of the weight of offspring in spring-summer season ($p < 0,01$, $n = 144$) as well as in autumn-winter season ($p < 0,001$, $n = 183$). L-felinine also caused skewed sex ratio in favour of males ($p < 0,001$, $n = 24$). Suppression of reproduction under predator chemical cues influence was more profound in autumn-winter season relative to spring-summer season. L-felinine may be considered as a chemical signal regulating reproduction in rats. Our research opens opportunities to develop nontoxic methods of rodent population control.

Keywords: chemical communication, rodents, seasonal changes, reproduction, pheromones

Обонятельные сигналы играют важную роль в коммуникации млекопитающих, определяя многие аспекты их поведения. Большинство видов млекопитающих принадлежит к макросматикам. Для таких животных именно анализ запаховых раздражителей является определяющим в организации сложных форм поведения, от которых зависит их выживание.

На сегодняшний день актуальность исследования химической коммуникации не вызывает сомнений. Межвидовая химическая коммуникация млекопитающих по сей день остаётся наименее исследованной областью и, в особенности, такой важный аспект, как химическая коммуникация между хищником и потенциальной жертвой. Хорошо известен факт избегания запаха хищника потенциальной жертвой. Такого рода исследования открывают возможности разработки нетоксичных препаратов для регуляции численности грызунов, которые не вызывают привыкания при многократных применениях и наиболее стабильны. Например, для серой крысы адаптация

к применяемым для регуляции численности токсичным препаратам является самой серьезной проблемой [2]. Химические сигналы, используемые в коммуникации, не только играют роль информационных посредников, но также способны оказывать влияние на физиологические процессы, протекающие в организме животного. В литературе описан эффект сокращения размера выводка у лабораторных крыс под влиянием запаха домашней кошки [8], описаны гормональные механизмы наблюдаемого явления [9]. Запах домашней кошки также оказывает достоверное влияние на длину эстрального цикла у грызунов и долю циклирующих самок в группе [10, 5]. Установлено, что биологическая активность мочи домашней кошки обусловлена наличием серосодержащих веществ с низкой летучестью [11, 12]. L-фелинин является уникальной серосодержащей аминокислотой, обнаруженной в моче кошачьих [4]. В настоящее время L-фелинин рассматривается как феромон кошачьих [6]. L-Фелинин синтезируется в почках. Продукция L-фелинина зависит

от типа диеты кошки, возраста, пола, сезона размножения. Содержание мяса в диете способствует повышению вывода L-фелинина с мочой. У домашней кошки концентрация L-фелинина в моче повышается в весенний период. Кастрация достоверно снижает синтез L-фелинина. Принимая во внимание многочисленные исследования по влиянию запаха домашней кошки на поведение и репродукцию домовую мышь, L-фелинин может претендовать на роль кайромона у грызунов.

Целью данной работы являлось исследование сезонной вариабельности в чувствительности к феромону кошачьих L-фелинину в отношении подавления размножения у серой крысы *Rattus norvegicus*.

Материалы и методы исследования

В экспериментах использовались крысы лабораторной гетерогенной популяции, имеющие своими предками особей, отловленных в естественных биотопах. Животные содержались в стандартных клетках размером 36×50×16; вода, зерно и комбикорм для грызунов («Лабораторкорм») были в свободном доступе. Световой режим соответствовал естественному освещению. Температура в помещении варьировала от 20 до 22°C. Использовались половозрелые животные в возрасте 3–4 месяцев. Для спаривания использовали сексуальноопытных самцов, содержащихся по одному в клетке не менее 14 дней. Стадии эстрального цикла самок определяли по соотношению основных клеточных элементов во влагалищном смыве. Самок на стадии проэструса-эструса ссаживали с самцами на 16–18 часов и регистрировали основные элементы полового поведения: назо-анальные контакты, попытки садок, попытки садок с интромиссиями. На следующее утро успешность спаривания определяли по наличию влагалищной пробки из сперматозоидов. Успешно спарившихся крыс рассаживали по одной в клетку. Этот день считали первым днем беременности. Моча домашней кошки (*Felis catus*) использовалась как источник химических сигналов симпатрического хищника; L-фелинин (US Biologicals) в концентрации, сопоставимой с естественной в моче хищника (0,05%), использовался как потенциальный активный ингредиент.

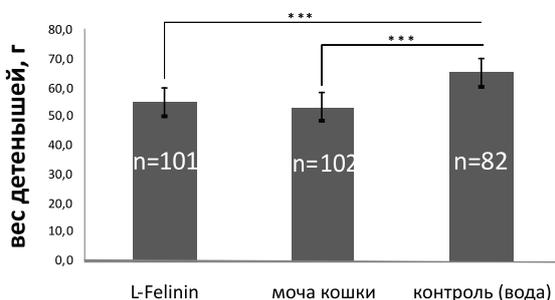


Рис. 1. Влияние экспозиции беременных самок крыс *Rattus Norvegicus* к моче домашней кошки *Felis catus* и к феромону кошачьих L-фелинину (0,05%, US Biologicals) на вес детенышей к моменту отъёма от матери (21-му дню развития) в осенне-зимний период.
*** – $p < 0,001$, T – стандартная ошибка среднего

Моча собиралась в эмалированную посуду и хранилась при -20°C до момента использования. В качестве контроля использовалась вода. Экспозиции к запахам проводили с использованием перфорированных пластиковых контейнеров с фильтровальной бумагой, смоченной 0,2 мл соответствующего раствора. Контейнер прикреплялся к верхней крышке клетки самки. Обновление растворов производили каждые два дня на протяжении всего периода беременности. Для определения репродуктивного успеха и плодовитости самок оценивались следующие параметры: размер выводка, соотношение детенышей в выводке по полу, вес детенышей к 21-му дню развития, а также количество выживших детёнышей к 21-му дню развития. Было выполнено два независимых эксперимента: в осенне-зимний период и в весенне-летний.

Результаты исследования и их обсуждение

Экспозиция беременных самок крыс к моче домашней кошки на протяжении всего периода беременности в осенне-зимний период привела к достоверному снижению веса детенышей к моменту перевода на твердую пищу, т.е. в возрасте 21 дня (рис. 1) по сравнению с контрольной группой. Так, в экспериментальной группе вес детенышей в осенне-зимний период составил 53 ± 10 г ($n = 102$), тогда как в контроле 65 ± 10 г ($n = 82$). В группе, экспонированной к L-фелинину (0,05%, US Biologicals), вес детенышей составил 55 ± 16 г ($n = 101$), что тоже достоверно отличается от контроля ($p < 0,01$, $n = 82$). Аналогичные результаты были получены и в весенне-летний период (рис. 2). Вес детенышей в группе, экспонированной к L-фелинину (0,05%) на протяжении беременности, составил 42 ± 11 г ($n = 68$), а в контроле – 47 ± 11 г ($n = 76$, $p < 0,05$). Таким образом, как при экспозиции интактной мочи домашней кошки, так и при экспозиции феромона кошачьих L-фелинина, мы наблюдали достоверное снижение веса детенышей крыс к моменту отъёма от матери.

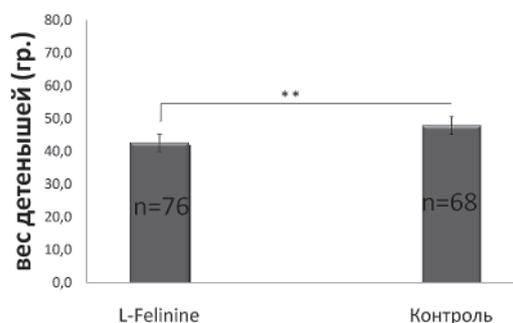


Рис. 2. Влияние экспозиции беременных самок крыс *Rattus Norvegicus* к феромону кошачьих L-фелинину (0,05%, US Biologicals) на вес детенышей к моменту отъёма от матери (21-му дню развития) в весенне-летний период.
** – $p < 0,01$, $n = 144$, T – стандартная ошибка среднего

В выводках, экспонированных к фелинину (0,05%), также наблюдалось достоверное ($p < 0,001$, $n = 24$) смещение соотношения по полу в сторону самцов

по сравнению с контрольной группой (рис. 3). В основе данного эффекта может лежать дифференциальная резорбция эмбрионов [8].

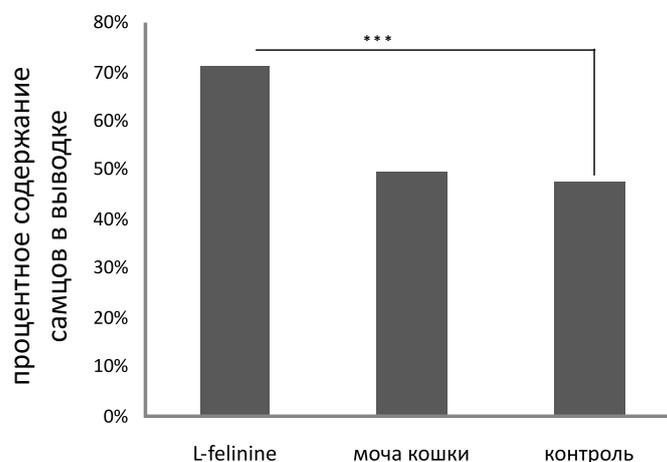


Рис. 3. Влияние экспозиции беременных самок крыс *Rattus Norvegicus* к феромону кошачьих L-фелинину (0,05%, US Biologicals) на соотношение полов в выводках в осенне-зимний период. *** – $p < 0,001$, $n = 24$

Достоверное влияние L-фелинина на соотношение полов в выводке было отмечено только в осенне-зимний период. В весенне-летний период подобного эффекта не было обнаружено. Данный эффект можно объяснить более высокой уязвимостью репродуктивной системы в осенне-зимний период.

Экспозиция беременных самок крыс на протяжении беременности к интактной моче домашней кошки, феромону кошачьих фелинину как в осенне-зимний период, так и в весенне-летний приводит к достоверному снижению веса потомства к моменту отнятия от матери по сравнению с контролем. Наиболее логичным объяснением данного явления является снижение лактации у самок. Нашими более ранними исследованиями показано влияние запаха хищника на продукцию глюкокортикоидов [9]. Повышенный уровень глюкокортикоидов у лактирующих самок может негативным образом влиять на секрецию пролактина и проявление материнского поведения [13, 14, 1]. Изменение соотношения полов в пользу самцов под влиянием экспозиций химических сигналов хищника можно объяснить дифференциальной резорбцией эмбрионов, которая имеет место при понижении прогестерона на ранних стадиях беременности [8]. Общеизвестным фактом является сезонность размножения и, как следствие, сезонная чувствительность к хемосигналам других особей [3]. В осенне-зимний период фоновые значения продукции основных стероидных гормонов у крыс ниже, чем в весенне-летний период, поэтому даже небольшое снижение прогестерона

может вести к изменению соотношения полов. Иными словами, репродуктивная система в осенне-зимний период более уязвима, чем в весенне-летний. С эволюционной точки зрения сдвиг по полу в сторону самцов в условиях высокой плотности хищников представляется адаптивным, поскольку самцы более мобильны и преодолевают расстояния, позволяющие им обосноваться на более благоприятной территории.

Таким образом, феромон кошачьих L-фелинин оказывает сходные в отношении подавления размножения серой крысы эффекты с интактной мочой домашней кошки. Снижение репродуктивного успеха под действием запаха хищника более выражено в осенне-зимний период, чем в весенне-летний. Подводя итог всему вышеизложенному, можно сделать следующее заключение: L-фелинин может выполнять функции межвидового химического сигнала, участвующего в регуляции репродукции серых крыс.

Исследования поддержаны Программой «Живая природа» и грантом Президента МК-709.2012.4.

Список литературы

1. Маланьина Т.В., Вознесенская В.В. Влияние L-фелинина на репродуктивное поведение домашних мышей // Международный журнал экспериментального образования – 2012. – № 66 С. 17–19. Доступен по ссылке: <http://www.rae.ru/meo/?section=content&op=articles&month=6&year=2012>.
2. Рьльников В.А., Савинецкая Л.Е., Вознесенская В.В. Приспособление серых крыс к непрерывному воздействию родентицидами-антикоагулянтами в условиях лабораторного содержания // Экология. – 1992. – № 1. – С. 54–60.
3. Drickamer, L.C. Seasonal variation in acceleration and delay of sexual maturation in female mice by urinary

chemosignals. // J Reprod Fertil. – 1984. – Sep; Vol. 72, № 1. – P. 55–8

4. Hendriks W.H., Moughan P.J., Tarttelin M.F., Woolhouse A.D. Felinine: a urinary amino acid of Felidae // Comp. Biochem. Physiol. – 1995. – Vol. 112B, № 4. – P. 581–588.

5. Kassesinova E., Voznessenskaya V. The Role of Predator Odors in Regulation of Oestrus Cycles in House Mouse // Chem. Senses. – 2009. – Vol. 34, № 3. – P. 35.

6. Miyazaki M., Yamashita T., Suzuki Y., Saito Y., Soeta S., Taira H., Suzuki A. A major urinary protein of the domestic cat regulates the production of felinine, a putative pheromone precursor // Chem. Biol. – 2006. – Vol. 13, № 10. – P. 1071–1079.

7. Bacon S.J., McClintock M.K., Multiple factors determine the sex ratio of postpartum-conceived Norway rat litters // Physiol Behav. – 1994 – Vol. 56, № 2. – P. 359–66.

8. Voznessenskaya V.V., Naidenko S.V., Feoktistova N.Yu., Krivomazov G.J., Miller L., Clark L. Predator odors as reproductive inhibitors for Norway rats // Rats, Mice and People: Rodent Biology and Management / Ed. by Singleton G.R., Hinds L.A., Krebs C.J. – Canberra: ACIAR, 2003. – P. 131–136.

9. Voznessenskaya V.V., Naidenko S.V., Feoktistova N.Yu., Miller L., Clark L. Hormonal mechanisms of litter reductions in rodents under predator odor influence // Chem. Senses. – 2000. – Vol. 25. – P. 604–605.

10. Voznessenskaya V.V., Wysocki C.J., Zinkevich E.P. Regulation of rat estrous cycle by predator odors: role of the vomeronasal organ // Chemical Signals in Vertebrates 6, / Ed. By Doty R.L., Muller-Schwarze D. – New York: Plenum Press, 1992. – P. 281–283.

11. Voznessenskaya V.V., Voznesenskaia A.E., Klyuchnikova M.A. The Role of Vomeronasal Organ in Reception of Predator Scents // Chem. Senses. – 2006. – Vol. 31. – P. 43.

12. Voznessenskaya V.V., Klyuchnikova M.A., Voznesenskaia A.E. The Role of Vomeronasal Organ in Mediating Responses to Predator Odor // Chem. Senses – 2007 – Vol. 32. – P. 33.

13. Voznessenskaya V.V., Krivomazov G.J., Voznesenskaia A.E., Klyuchnikova M.A. Genetic Model of High Responsiveness to Predator Odor // Chem. Senses. – 2006 – Vol. 31 (5) – P. 84.

14. Voznessenskaya V.V., Malanina T.V. The Influence of L-felinine on Reproduction in Mice and Rats // Chem Senses. – 2011 – Vol. 36 (1) – P. 32.

References

1. Malanina T.V., Voznessenskaya V.V. *Vliyaniye L-felinina na reproduktivnoye povedeniye domovykh myshey* (Influence of L-felinine on the mice reproduction) // *Mezhdunarodnyy zhurnal jeksperimental'nogo obrazovaniya* (International journal of the experimental education). 2012. no. 66. pp. 17–19. Available at: <http://www.rae.ru/meo/?section = content&op = articles&month = 6&year = 2012/>

2. Rylnikov V.A., Savinetskaya L.E., Voznessenskaya V.V. Adaptation of norway rats to continuous action of anticoagulant

rodenticides in laboratory conditions) // Soviet journal of Ecology. 1992. Vol. 23, issue 1. pp. 46–51

3. Drickamer, L.C. Seasonal variation in acceleration and delay of sexual maturation in female mice by urinary chemosignals // J Reprod Fertil. 1984 Sep; Vol.72, no. 1. pp. 55–8.

4. Hendriks W.H., Moughan P.J., Tarttelin M.F., Woolhouse A.D. Felinine: a urinary amino acid of Felidae // Comp. Biochem. Physiol. 1995. Vol. 112B, no. 4. P. 581–588.

5. Kassesinova E., Voznessenskaya V. The Role of Predator Odors in Regulation of Oestrus Cycles in House Mouse // Chem. Senses. 2009. Vol. 34, no. 3. P. 35.

6. Miyazaki M., Yamashita T., Suzuki Y., Saito Y., Soeta S., Taira H., Suzuki A. A major urinary protein of the domestic cat regulates the production of felinine, a putative pheromone precursor // Chem. Biol. 2006. Vol. 13, no. 10. pp. 1071–1079.

7. Bacon S.J., McClintock M.K., Multiple factors determine the sex ratio of postpartum-conceived Norway rat litters // Physiol Behav. 1994. Vol. 56 no. 2 pp. 359–66.

8. Voznessenskaya V.V., Naidenko S.V., Feoktistova N.Yu., Krivomazov G.J., Miller L., Clark L. Predator odors as reproductive inhibitors for Norway rats // Rats, Mice and People: Rodent Biology and Management / Ed. by Singleton G.R., Hinds L.A., Krebs C.J. – Canberra : ACIAR, 2003. pp. 131–136.

9. Voznessenskaya V.V., Naidenko S.V., Feoktistova N.Yu., Miller L., Clark L. Hormonal mechanisms of litter reductions in rodents under predator odor influence // Chem. Senses. 2000. Vol. 25. pp. 604–605.

10. Voznessenskaya V.V., Wysocki C.J., Zinkevich E.P. Regulation of rat estrous cycle by predator odors: role of the vomeronasal organ // Chemical Signals in Vertebrates 6 / Ed. By Doty R.L., Muller-Schwarze D. New York: Plenum Press, 1992. pp. 281–283

11. Voznessenskaya V.V., Voznesenskaia A.E., Klyuchnikova M.A. The Role of Vomeronasal Organ in Reception of Predator Scents // Chem. Senses. 2006. Vol. 31. pp. 43.

12. Voznessenskaya V.V., Klyuchnikova M.A., Voznesenskaia A.E. The Role of Vomeronasal Organ in Mediating Responses to Predator Odor // Chem. Senses 2007 Vol. 32. pp. 33.

13. Voznessenskaya V.V., Krivomazov G.J., Voznesenskaia A.E., Klyuchnikova M.A. Genetic Model of High Responsiveness to Predator Odor // Chem. Senses 2006 Vol. 31 (5) pp. 84.

14. Voznessenskaya V.V., Malanina T.V. The Influence of L-felinine on Reproduction in Mice and Rats // Chem Senses 2011 Vol. 36 (1) pp. 32.

Рецензенты:

Бутовский Р.О., д.б.н., профессор, программный директор Фонда «Устойчивое развитие» (ФУР), г. Москва;

Блохин Г.И., д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой зоологии ФГБОУ ВПО РГАУ имени К.А. Тимирязева МСХ РФ, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 23.01.2013.