



Check for updates

Экспериментальные статьи

УДК 57.02

<https://www.doi.org/10.33910/2687-1270-2021-2-2-189-195>

Влияние запаха мужчин и женщин на поведение лабораторных крыс

Д. А. Жуков^{✉1}, Е. А. Березина², Е. П. Виноградова²

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН, 199034, Россия, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 6

²Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

Сведения об авторах

Дмитрий Анатольевич Жуков,
РИНЦ AuthorID: 79722,
Scopus AuthorID: 7005656352,
ORCID: 0000-0002-5716-0027,
e-mail: dazhukov0@gmail.com

Екатерина Алексеевна Березина,
e-mail: herionnee@gmail.com

Екатерина Павловна Виноградова,
SPIN-код: 4899-1537,
Scopus AuthorID: 7007105677,
ORCID: 0000-0003-2275-4084,
e-mail: katvinog@yahoo.com

Для цитирования:

Жуков, Д. А., Березина, Е. А., Виноградова, Е. П. (2021) Влияние запаха мужчин и женщин на поведение лабораторных крыс. *Интегративная физиология*, т. 2, № 2, с. 189–195.
<https://www.doi.org/10.33910/2687-1270-2021-2-2-189-195>

Получена 26 марта 2021; прошла рецензирование 12 апреля 2021; принята 12 апреля 2021.

Права: © Авторы (2021).

Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Аннотация. Результаты поведенческих тестов лабораторных животных весьма вариативны. Даже внутри одной лаборатории результаты одного и того же теста могут значительно различаться. Мы проверяли влияние запаха незнакомых — мужчин и женщин — на поведение самцов белых крыс Вистар. Донорами запаха были клинически здоровые некурящие добровольцы в возрасте 20–21 года — четверо мужчин и четыре женщины в лютеиновой фазе менструального цикла. Они надевали на ночь хлопчатобумажные носки и футболки, которые утром герметизировали в пластиковых пакетах. Тестирование животных проводили в тот же день. По одному носку от каждого донора помещали в контейнеры и предъявляли крысам. Было проведено две серии экспериментов. Перед проведением экспериментов с животными в течение двух недель проводили процедуру хэндлинга. В первой серии (n = 20) крыс тестировали в приподнятом кольцевом лабиринте. В центр кольца помещали образцы запаха. Каждое животное было протестировано три раза: до начала эксперимента, в присутствии мужского запаха и в присутствии женского. Интервалы между тестами составляли 20 дней. Присутствие запаха человека во время тестирования увеличивало тревожность крыс. Мужской запах имел больший эффект, чем женский. Во второй серии (n = 29) изучали отставленный эффект запаха человека. Для этого в домашние клетки на один час помещали пластиковые перфорированные контейнеры с хлопчатобумажной тканью. Через четыре часа крыс тестировали в течение пяти минут в приподнятом крестообразном лабиринте. Во время предъявления запаха животные были возбуждены, что проявлялось в интенсивном исследовании контейнеров и множественных агонистических контактах. Спустя четыре часа увеличенная тревожность в тесте приподнятого крестообразного лабиринта была отмечена только после экспозиции женским запахом. При тестировании тревожности в лабиринте в присутствии запаха незнакомых крысам людей разного пола обнаружен больший эффект мужского запаха на уровень тревожности. При тестировании тревожности в лабиринте спустя четыре часа после предъявления запаха обнаружено увеличение тревожности только после экспозиции женским запахом, а мужской запах в этой ситуации не влиял на поведение крыс.

Ключевые слова: запах человека, половые различия, феромоны, тревожность, агрессия, поведение крыс.

The influence of the smell of men and women on the behavior of laboratory rats

D. A. Zhukov^{✉1}, E. A. Berezina², E. P. Vinogradova²

¹ Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, 6 Makarova Emb., Saint Petersburg 199034, Russia

² Saint Petersburg State University, 7/9 Universitetskaya Emb., Saint Petersburg 199034, Russia

Authors

Dmitry A. Zhukov,
RSCI AuthorID: 79722,
Scopus AuthorID: 7005656352,
ORCID: 0000-0002-5716-0027,
e-mail: dazhukov0@gmail.com

Ekaterina A. Berezina,
e-mail: herionnee@gmail.com

Ekaterina P. Vinogradova,
SPIN: 4899-1537,
Scopus AuthorID: 7007105677,
ORCID: 0000-0003-2275-4084,
e-mail: katvinog@yahoo.com

For citation:

Zhukov, D. A., Berezina, E. A.,
Vinogradova, E. P. (2021)
The influence of the smell of men
and women on the behavior
of laboratory rats. *Integrative
Physiology*, vol. 2, no. 2, pp. 189–195.
<https://www.doi.org/10.33910/2687-1270-2021-2-2-189-195>

Received 26 March 2021;
reviewed 12 April 2021;
accepted 12 April 2021.

Copyright: © The Authors (2021).
Published by Herzen State
Pedagogical University of Russia.
Open access under [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
License 4.0.

Abstract. The results of behavioral tests of laboratory animals are highly variable. Even within the same laboratory the results of the same test can differ significantly. We tested the effect of the experimenter's smell — male and female — on the behavior of male Wistar rats. The smell donors were clinically healthy non-smoking, low-alcohol-consuming volunteers aged 20–21: four men, and four women in the luteal phase of the menstrual cycle. They wore cotton socks and T-shirts at night, which, in the morning, were sealed in plastic bags. The animals were tested on the same day. In the first experiment (n = 20), smell samples were placed in the center of the elevated zero maze. First, we tested naive animals, after 20 days in the presence of a male smell, and after another 20 days in the presence of a female smell. The presence of human body smells during testing increased the rats' anxiety. A male smell had a greater effect than a female smell. In the second experiment (n = 29), the delayed effect of exposure to human smells was studied. The home cages were equipped with perforated plastic containers with fabric inside. They remained in the cages for one hour. During exposure to the smell, the animals were aroused, which was manifested in an intensive examination of containers and multiple agonistic contacts. Four hours later, increased anxiety was noted only after exposure to a female smell. The obtained data show that the results of behavioral tests on laboratory rats may depend, *inter alia*, on the sex of the experimenter.

Keywords: human odor, sex differences, pheromones, anxiety, aggression, rats' behavior.

Введение

Химическая коммуникация, передача запахов имеет большое значение для всех животных. Запаховыми сигналами являются феромоны — смесь веществ, выделяемых специальными органами, которые меняют поведение и физиологию других особей, в первую очередь — своего вида (Karlson, Lüscher 1959; Banner, Shamay-Tsoory 2018). Феромоны, в частности, обеспечивают дистантное различие пола (Dewsbury 1978).

Феромональные сигналы участвуют и в межвидовой коммуникации. Хорошо известна реакция на запах хищника. У грызунов запах хищника вызывает аверсивную реакцию, изменение агрессивности и доминантности самцов, а также физиологические проявления стресса (Burwash et al. 1998; Garcia et al. 2015; Nolte et al. 1994; Takahashi et al. 2005; Wah et al. 2019; Zhang et al. 2003).

Тревожность людей тоже модулируется феромонами (de Groot, Smeets 2017; Piccinni et al. 2018). Животные синантропных видов (собаки, вороны) реагируют различно на незнакомых мужчин и женщин (Bogale et al. 2011; Carballo et al. 2015; Hennessy et al. 1997; Wells, Hepper 1999).

Наиболее вероятная причина этой способности — различие мужского и женского запахов, поскольку основным компонентом феромонов человека являются метаболиты половых стероидов, одинаковых у всех млекопитающих (Novikov 1988).

Влияние запаха человека на поведение лабораторных крыс изучено мало. Несомненно, такое влияние есть. Так, когда экспериментатор ежедневно берет в руки крысу, у нее постепенно на протяжении двух недель снижается ответный выброс гормонов стресса. Если же такую крысу, которая адаптировалась к тому, что ее регулярно

но берут в руки, возьмет незнакомый крысе человек, то снова отмечается стрессорная гормональная реакция (Dobrakovova, Jurcovicova 1984).

Влияние пола экспериментатора на поведение лабораторных крыс изучено лишь в единичных работах. Так, был отмечен анальгезирующий эффект, вызываемый присутствием мужчины во время эксперимента (Sorge et al. 2014). Поскольку этот вопрос мало освещен в литературе, в нашей работе мы изучали поведенческую реакцию крыс на мужской и женский запахи.

Целью данного исследования было оценить влияние запаха мужского и женского пота на уровень тревожности и двигательную активность у крыс.

Материалы и методика

Объект исследования

Это исследование проводилось в соответствии с принципами Базельской декларации в соответствии с международными нормами по проведению медико-биологических исследований с использованием животных (European Convention... 1986) и рекомендациями Этического комитета биологического факультета СПбГУ.

Исследование было проведено на самцах белых крыс Вистар ($n = 49$) в возрасте трех месяцев при поступлении в лабораторию из вивария Института трансляционной биомедицины СПбГУ. Крысы содержались в стандартных условиях со свободным доступом к пище и воде. В каждой клетке находились 3–5 самцов сибсов.

Аппаратура и методы

Было проведено две серии экспериментов. Перед проведением экспериментов с животными в течение двух недель проводили процедуру хэндлинга — ежедневного взятия в руки экспериментатора.

В первой серии ($n = 20$) крыс тестировали в приподнятом кольцевом лабиринте (OpenScience, Russia). Кольцевой приподнятый лабиринт (Shepherd et al. 1994; Tucker, McCabe 2017) является модификацией хорошо известного приподнятого крестообразного лабиринта (Lecorps et al. 2016; Pellow et al. 1985). Лабиринт представляет собой установку в виде кольцевой дорожки, которая разделена на четыре равных участка — два закрытых, со стенками высотой 27 см, и два открытых. Ширина дорожки — 10 см, высота всей установки — 75 см от пола. В центр кольца помещали образцы запаха. Сначала тестировали наивных животных, через 20 дней — в присутствии мужского запаха, еще через 20 дней — в присутствии женского. Время теста — пять минут.

Во второй серии ($n = 29$) исследовали отсроченное влияние предьявление запаха. Для этого в домашние клетки на один час помещали пластиковые перфорированные контейнеры с тканью. Через четыре часа крыс тестировали в приподнятом крестообразном лабиринте (ПКЛ) (OpenScience, Russia), состоящем из двух перпендикулярно перекрещенных рукавов, длиной 50 см и шириной 10 см. Два рукава являются закрытыми и имеют стенки высотой 30 см, высота всей установки — 55 см от пола. Время теста — пять минут. Тестирование в приподнятых лабиринтах проводили с 13 до 17 часов. За 20 дней до начала эксперимента всех животных тестировали в ПКЛ — группа «наивные» животные. Далее животные были разделены на три группы — первая группа, которой предьявляли женский запах, вторая, которой предьявляли мужской запах и третья, контрольная группа, которой предьявляли запах текстиля. Эксперименты с запахом проводили так, чтобы все крысы поочередно были протестированы на реакцию на мужской, затем на женский запах.

Сбор запаха

Донорами запаха были клинически здоровые некурящие, мало потребляющие алкоголь добровольцы в возрасте 20–21 год — четверо мужчин и четыре женщины в лютеиновой фазе менструального цикла. Они надевали на ночь новые хлопчатобумажные носки и новые футболки, которые утром герметизировали в пластиковых пакетах. Тестирование животных проводили в тот же день. По одному носку от каждого донора помещали в контейнеры и предьявляли крысам.

Обработка материала

Все эксперименты записывали с помощью веб-камеры Logitech HD Pro Webcam C920. Поскольку распределение в выборках показателей поведения было асимметричным, применение параметрических критериев (ANOVA) для статистической обработки некорректно. Использовали непараметрический критерий Манна — Уитни для независимых выборок и непараметрический критерий Уилкоксона для зависимых выборок в программе StatSoft Statistica v10.0. За уровень статистической значимости принято значение $\alpha < 0,05$.

Результаты

В присутствии запаха человека все параметры поведения животных показали сниженные значения (табл. 1). У крыс при предьявлении

Табл. 1. Тревожность крыс в приподнятом кольцевом лабиринте в присутствии запаха человека (n = 20)

Table 1. The anxiety of rats in the elevated zero maze in the presence of a human smell (n = 20)

	Наивные	Мужской запах	Женский запах
Время в открытых секторах (с)	133,1 ± 14,7	84,5 ± 12,5*	107,5 ± 22,3
Количество свешиваний	11,0 ± 1,5	6,0 ± 1,3	3,5 ± 0,6*
Пройденная дистанция (см)	601,5 ± 75,9	420,0 ± 78,6	354,5 ± 90*
Количество стоек	11,9 ± 1,3	2,8 ± 1,2*	9,2 ± 3,6
Длительность груминга (с)	9,3 ± 3,1	0,6 ± 0,2*	0,9 ± 0,3*

Примечание: * (p < 0,05) — отличие от наивных животных

Note: * (p < 0.05) — as compared with the naive animals

мужского запаха статистически значимых отличий от показателей животных группы «контроль» достигли: время в открытых секторах лабиринта, количество стоек и длительность груминга; в присутствии женского запаха — количество свешиваний, пройденная дистанция, длительность груминга.

Во второй серии обнаружили сильную реакцию на запах человека в домашних клетках. Во время экспозиции запахом животные были возбуждены, что проявлялось в интенсивном исследовании контейнеров и множественных агонистических контактах, несмотря на то,

что состав групп в домашних клетках не меняли уже несколько недель со времени поступления их в лабораторию. Предъявления нейтрального запаха не вызывало агрессивных взаимодействий.

Через четыре часа (табл. 2) после экспозиции мужским запахом не обнаружено статистически достоверных отличий поведения от поведения наивных животных. Влияние женского запаха оказалось выраженным: достоверно меньшим оказалось время в открытых рукавах лабиринта и количество свешиваний, а длительность груминга — достоверно большей.

Табл. 2. Тревожность крыс в приподнятом крестообразном лабиринте через четыре часа после экспозиции запахом (n = 29)

Table 2. Anxiety of rats in the elevated plus maze four hours after exposure to the smell (n = 29)

	Наивные животные	Ткань с мужским запахом	Контроль	Ткань с женским запахом
Время в открытых рукавах (с)	80,4 ± 15,1	80,8 ± 15,6	85,7 ± 17,1	41,1 ± 7,6*
Количество свешиваний	5,4 ± 1,3	5,5 ± 1,1	6,0 ± 1,8	2,7 ± 0,7*
Пройденная дистанция (см)	350 ± 49	344 ± 43	328 ± 53	264 ± 73
Количество стоек	12,1 ± 1,4	9,7 ± 1,2	13,6 ± 2,1	9,7 ± 1,2
Длительность груминга (с)	1,6 ± 0,9	2,4 ± 1,2	1,1 ± 1,1	6,9 ± 2,3*

Примечание: * (p < 0,05) — отличие от наивных животных

Note: * (p < 0.05) — as compared with the naive animals

Обсуждение

Результаты экспериментов свидетельствуют о влиянии запаха незнакомых крысам людей на поведение, в частности на повышение уровня тревожности животных. Признаком повышения тревожности грызунов является уменьшение времени, проводимого в открытых руках приподнятого крестообразного лабиринта и его модификации — приподнятого кольцевого лабиринта. Если, как в наших экспериментах, уменьшение времени, проводимого в открытых пространствах, не сопряжено с изменением двигательной активности, то это указывает на то, что воздействие (в нашем случае запах) имеет не седативный, а именно анксиогенный эффект.

Неожиданным оказалось возникновение агонистических контактов в домашних клетках во время экспозиции запахом. Поскольку мы не ожидали такого эффекта, то видеозапись не велась, но сам эффект был очевиден. В стабильных, длительно существующих сообществах крыс агонистические контакты возникают только в стрессогенных ситуациях. Следовательно, присутствие незнакомого человеческого запаха вызвало сильный стресс у животных. Отметим, что в наших экспериментах экспериментатор, непосредственно контактировавший с животными, — женщина, а женский запах вызвал такую же реакцию, как и мужской. Поэтому, скорее всего, агонистические контакты являются реакцией на новизну запаха, а не на половой компонент феромонального сигнала.

Это предположение подтверждается данными литературы. Адаптация грызунов к запаховому сигналу описана на физиологическом уровне. Так, при однократной экспозиции мочой взрослых самцов у молодых мышей обнаружено многократное увеличение процента хромосомных aberrаций в сперматогенезе, а после неоднократных применений этого же стимула частота генетических изменений возвращалась к норме (Tsarygina et al. 1981). Гормональный стрессорный ответ крыс на взятие в руки постепенно уменьшается на протяжении двух недель, но проявляется вновь, если адаптированную крысу берет в руки незнакомый ей человек (Dobrakovova, Jurcovicova 1984).

Реакция крыс на новый запах проявляется и в поведении. Даже после однократного десятиминутного контакта с конкретным человеком крысы предпочитают знакомого им лаборанта (Davis et al. 1997). При проведении теста на тревожность в приподнятом крестообразном

лабиринте крысы демонстрируют сходные результаты, если все лаборанты им знакомы, однако если эксперимент проводят незнакомые им люди, то дисперсия результатов значительно увеличивается (van Driel, Talling 2005). Увеличение дисперсии показателей тревожности крыс отмечено после стрессирования (Vinogradova, Zhukov 2018; Zhang et al. 2008), что является следствием наличия в аутбредной популяции особей с противоположными типами стрессорной реакции (Vinogradova et al. 2013; Zhukov 1996).

Реакция крыс на запах обусловлена не только новизной сигнала, что в наших экспериментах проявилось особенно наглядно при тестировании животных через четыре часа после экспозиции запахом человека, когда была обнаружена сильная реакция только на женский запах. Отсутствие адаптации к определенному запаху описано, например, у мышей, которым предъявляли запах кота (Zhang et al. 2008), что обусловлено, вероятно, присутствием специфических компонентов феромонов, вызывающих защитную реакцию.

Различная реакция на незнакомые мужской и женский запахи обнаружена у мышей и крыс (Sorge et al. 2014). В этом исследовании реакцию животных оценивали по интенсивности мимики. Животным вводили в голень зимосан А — агент, вызывающий воспаление, и регистрировали выражения их морды. Оценивались гримасы в пустой комнате и в присутствии людей. Четыре разных мужчины-экспериментатора вызвали снижение количества гримас в среднем на 36%, а реакция на женщин отсутствовала. Аналогичный результат был получен, когда вместо реального человека животным предъявляли футболки, в которых экспериментаторы спали в предыдущую ночь, — отмечена реакция только на мужские футболки. Эти результаты соответствуют нашим данным (табл. 1), согласно которым при тестировании животных в присутствии запаха обнаружена значительно более сильная реакция на мужской, чем на женский запах.

Таким образом, в наших экспериментах обнаружена сильная реакция на запахи незнакомых мужчин и женщин. Присутствие запаха человека в домашних клетках вызывало множественные агонистические контакты. При тестировании тревожности в лабиринте в присутствии запаха незнакомых крысам людей разного пола обнаружен большее влияние мужского запаха на уровень тревожности. При тестировании

тревожности в лабиринте спустя четыре часа после предъявления запаха обнаружено увеличение тревожности только после экспозиции женским запахом, а мужской запах в этой ситуации не влиял на поведение крыс.

Таким образом, можно предположить, что половая принадлежность экспериментатора может оказывать влияние на результаты, полученные при изучении поведения лабораторных животных.

References

- Banner, A., Shamay-Tsoory, S. (2018) Effects of androstadienone on dominance perception in males with low and high social anxiety. *Psychoneuroendocrinology*, vol. 95, pp. 138–144. <https://www.doi.org/10.1016/j.psyneuen.2018.05.032> (In English)
- Bogale, B. A., Aoyama, M., Sugita, S. (2011) Categorical learning between ‘male’ and ‘female’ photographic human faces in jungle crows (*Corvus macrorhynchos*). *Behavioral Processes*, vol. 86, no. 1, pp. 109–118. <https://www.doi.org/10.1016/j.beproc.2010.10.002> (In English)
- Burwash, M. D., Tobin, M. E., Woolhouse, A. D., Sullivan, T. P. (1998) Laboratory evaluation of predator odors for eliciting an avoidance response in roof rats (*Rattus rattus*). *Journal of Chemical Ecology*, vol. 24, no. 1, pp. 49–66. <https://www.doi.org/10.1023/A:1022384728170> (In English)
- Carballo, E., Freidin, E., Putrino, N. et al. (2015) Dog’s discrimination of human selfish and generous attitudes: The role of individual recognition, experience, and experimenters’ gender. *PLoS ONE*, vol. 10, no. 2, article e0116314. <https://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0116314> (In English)
- Davis, H., Taylor, A. A., Norris, C. (1997) Preference for familiar humans by rats. *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 4, no. 1, pp. 118–120. <https://doi.org/10.3758/BF03210783> (In English)
- De Groot, J. H. B., Smeets, M. A. M. (2017) Human fear chemosignaling: Evidence from a meta-analysis. *Chemical Senses*, vol. 42, no. 8, pp. 663–673. <https://www.doi.org/10.1093/chemse/bjx049> (In English)
- Dewsbury, D. A. (1978) *Comparative animal behavior*. New York: McGraw-Hill Publ., 452 p. (In English)
- Dobráková, M., Jurčovicová, J. (1984) Corticosterone and prolactin responses to repeated handling and transfer of male rats. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, vol. 83, no. 1, pp. 21–27. <https://www.doi.org/10.1055/s-0029-1210308> (In English)
- Garcia, M. J., Williams, J., Sinderman, B., Earley, R. L. (2015) Ready for a fight? The physiological effects of detecting an opponent’s pheromone cues prior to a contest. *Physiology and Behavior*, vol. 149, pp. 1–7. <https://www.doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.05.014> (In English)
- European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes. (1986) *European Treaty Series*, no. 123, pp. 1–11. [Online]. Available at: <https://rm.coe.int/168007a67b> (accessed 20.05.2021). (In English)
- Hennessy, M. B., Davis, H. N., Williams, M. T. et al. (1997) Plasma cortisol levels of dogs at a county animal shelter. *Physiology & Behavior*, vol. 62, no. 3, pp. 485–490. [https://www.doi.org/10.1016/s0031-9384\(97\)80328-9](https://www.doi.org/10.1016/s0031-9384(97)80328-9) (In English)
- Karlson, P., Lüscher, M. (1959) ‘Pheromones’: A new term for a class of biologically active substances. *Nature*, vol. 183, no. 4653, pp. 55–56. <https://www.doi.org/10.1038/183055a0> (In English)
- Lecorps, B., Rödel, H. G., Féron, C. (2016) Assessment of anxiety in open field and elevated plus maze using infrared thermography. *Physiology & Behavior*, vol. 157, pp. 209–216. <https://www.doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.02.014> (In English)
- Nolte, D. L., Mason, J. R., Epple, G. et al. (1994) Why are predator urines aversive to prey? *Journal of Chemical Ecology*, vol. 20, no. 7, pp. 1505–1516. <https://www.doi.org/10.1007/BF02059876> (In English)
- Novikov, S. N. (1988) *Feromony i razmnozhenie mlekopitayuschshikh: Fiziologicheskie aspekty [Pheromones and mammalian reproduction: Physiological aspects]*. Leningrad: Nauka Publ., 167 p. (In Russian)
- Pellow, S., Chopin, P., File, S. E., Briley, M. (1985) Validation of open: Closed arm entries in an elevated plus-maze as a measure of anxiety in the rat. *Journal of Neuroscience Methods*, vol. 14, no. 3, pp. 149–167. [https://www.doi.org/10.1016/0165-0270\(85\)90031-7](https://www.doi.org/10.1016/0165-0270(85)90031-7) (In English)
- Piccinni, A., Veltri, A., Marazziti, D. et al. (2018) Human Appeasing Pheromone (HAP) influence on behavior and psychopathological residual symptoms of patients with complex psychiatric disorders. *Clinical Case Reports*, vol. 6, no. 4, pp. 664–668. <https://www.doi.org/10.1002/ccr3.1348> (In English)
- Shepherd, J. K., Grewal, S. S., Fletcher, A. et al. (1994) Behavioural and pharmacological characterisation of the elevated “zero-maze” as an animal model of anxiety. *Psychopharmacology*, vol. 116, no. 1, pp. 56–64. <https://www.doi.org/10.1007/BF02244871> (In English)
- Sorge, R. E., Martin, L. J., Isbester, K. A. et al. (2014) Olfactory exposure to males, including men, causes stress and related analgesia in rodents. *Nature Methods*, vol. 11, no. 6, pp. 629–632. <https://www.doi.org/10.1038/nmeth.2935> (In English)
- Takahashi, L. K., Nakashima, B. R., Hong, H., Watanabe, K. (2005) The smell of danger: A behavioral and neural analysis of predator odor-induced fear. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, vol. 29, no. 8, pp. 1157–1167. <https://www.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.04.008> (In English)

- Tsapygina, R. I., Daev, E. V., Novikov, S. N. (1981) Deystvie ekzogennykh metabolitov samtsov domovoj myshi na protsess kletchnogo deleniya v generativnoj tkani molodykh zhivotnykh pri odnokratnykh i mnogokratnykh vozdeystviyakh [The effect of exogenic metabolites of male domestic mice on the process of cell division in the generative tissue of young animals under single and repeated exposure]. *Issledovaniya po genetike*, no. 9, pp. 17–23. (In Russian)
- Tucker, L. B., McCabe, J. T. (2017) Behavior of male and female C57BL/6J mice is more consistent with repeated trials in the elevated zero maze than in the elevated plus maze. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, vol. 11, article 13. <https://www.doi.org/10.3389/fnbeh.2017.00013> (In English)
- van Driel, K. S., Talling, J. C. (2005) Familiarity increases consistency in animal tests. *Behavioral Brain Research*, vol. 159, no. 2, pp. 243–245. <https://www.doi.org/10.1016/j.bbr.2004.11.005> (In English)
- Vinogradova, E. P., Nemetz, V. V., Zhukov, D. A. (2013) Aktivnaya strategiya povedeniya kak factor riska depressivnopodobnykh narushenij posle khronicheskogo umerennogo stressa [Active coping style as a risk factor of depressive-like disorders after chronic mild stress]. *Zhurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti im. I. P. Pavlova — I. P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*, vol. 63, no. 5, pp. 589–596. <https://www.doi.org/10.7868/s0044467713050109> (In Russian)
- Vinogradova, E. P., Zhukov, D. A. (2018) The effects of intranasal administration of oxytocin on the behavior of rats with different behavioral strategies subjected to chronic mild stress. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, vol. 48, no. 3, pp. 333–336. <https://www.doi.org/10.1007/s11055-018-0566-8> (In English)
- Wah, D. T. O., Ossenkopp, K.-P., Bishnoi, I., Kavaliers, M. (2019) Predator odor exposure in early adolescence influences the effects of the bacterial product, propionic acid, on anxiety, sensorimotor gating, and acoustic startle response in male rats in later adolescence and adulthood. *Physiology & Behavior*, vol. 199, pp. 35–46. <https://www.doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.11.003> (In English)
- Wells, D. L., Hepper, P. G. (1999) Male and female dogs respond differently to men and women. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 61, no. 4, pp. 341–349. [https://www.doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00202-0](https://www.doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00202-0) (In English)
- Zhang, J.-X., Cao, C., Gao, H. et al. (2003) Effects of weasel odor on behavior and physiology of two hamster species. *Physiology & Behavior*, vol. 79, no. 4–5, pp. 549–552. [https://www.doi.org/10.1016/s0031-9384\(03\)00123-9](https://www.doi.org/10.1016/s0031-9384(03)00123-9) (In English)
- Zhang, J.-X., Sun, L., Bruce, K. E., Novotny, M. V. (2008) Chronic exposure of cat odor enhances aggression, urinary attractiveness and sex pheromones of mice. *Journal of Ethology*, vol. 26, no. 2, pp. 279–286. <https://www.doi.org/10.1007/s10164-007-0060-1> (In English)
- Zhukov, D. A. (1996) Reaktsiya osobi na nekontroliruemoe vozdeystviye zavisit ot strategii povedeniya [The individual's response to uncontrolled exposure depends on the coping style]. *Fiziologicheskij zhurnal im. I. M. Sechenova — Russian Journal of Physiology*, vol. 82, no. 4, pp. 21–29. (In Russian)