

## Категоризация обонятельных сигналов собаками

Крутова В. И.

Учреждение Российской академии наук Институт проблем экологии и эволюции  
им. А.Н.Северцова РАН, Москва

При использовании разработанного нами ранее метода кинологической визуализации (Крутова, Зинкевич, 2018) впервые показана способность домашних собак (*Canis familiaris*) к категоризации обонятельных стимулов, что еще раз экспериментально подтверждает высокий уровень развития когнитивных способностей этих животных.

Показано, что собаки с высокой достоверностью способны к обнаружению общих признаков в пахучих объектах, различающихся по видовым и экскреторным характеристикам и категоризировать их в соответствии со знаками другой модальности. Такой эффект назван нами символизацией ощущения запаха. В процессе обучения нейтральному визуальному знаку придается смысловая нагрузка, и собаки могут оценивать запах в соответствии с усвоенным значением такого визуального знака.

**Ключевые слова** когнитивные способности собак, категоризация обонятельных сигналов, символизация обонятельных сигналов.

DOI: 10.5281/zenodo.4290843

Обоняние собак находит широкое применение в разных сферах практической деятельности человека (Крутова, Зинкевич, 2018; Ensminger, 2012). Вместе с тем следует учитывать, что высокая продуктивность собак в поиске и оценке пахучих сигналов является результатом взаимосвязанного функционирования обонятельного анализатора с высшими отделами мозга, в которых происходит обработка информации и обусловлена воздействием человека на поведение собаки (Крутова, 1001; Gadbois, Reeve, 2014). Высокая степень чувствительности обонятельного анализатора – только часть успешной работы собаки. Не менее значим высокий уровень развития когнитивных способностей, обучаемость, адаптационные способности, умение формировать межвидовые коммуникационные каналы, что делает собак практически незаменимыми в самых разных областях человеческой деятельности, где возникает потребность в использовании обоняния.

Одним из базовых процессов когнитивной деятельности является категоризация – способность животного объединять множество воспринимаемых сенсорными органами сигналов в группы, все объекты внутри которых обладают общим сенсорным перцептивным признаком. Способность к визуальной категоризации в основном исследуют у птиц, людей, приматов, реже – у грызунов (Bogale et al., 2011; Loidolt et al., 2003; Marsh and MacDonald, 2008; Vinken et al., 2014).

При изучении когнитивных способностей собак исследователи также чаще всего используют визуальные, реже акустические стимулы.

Экспериментально было показано, что собаки способны не только отличать изображения голов собак от разных домашних животных и человека, но и обобщать изображения собак разных пород, то есть демонстрируют способность к категоризации визуальных стимулов (Autier-Dérian et al., 2013). Также была исследована способность собак именно к категоризации визуальных стимулов. Было показано, что в условиях эксперимента животные отличают изображения пейзажа и изображение собак на экране

(Range et al., 2008). В других работах изучали межмодальное понимание образа. Собакам предъявляли фотографию лица владельца или незнакомого человека, сопровождая демонстрацию портрета на мониторе воспроизведением голоса. Было показано, что собаки дольше изучали изображение, если голос владельца не совпадал с портретом. Авторы делают вывод, что собаки способны не просто связать слуховые и визуальные стимулы, но и активно формировать визуальный образ в соответствии со звуковой информацией (Adachi et al., 2007). Также экспериментально было показано, что собаки различают индивидуально людей и собак по изображению лица (морды). Причем они достоверно дольше изучают новое лицо человека, чем изображение морды новой собаки (Rassa et al., 2010).

По лаю собаки могут определять контекст, в котором была сделана запись лая (облаивание незнакомого человека и лай в одиночестве) и индивидуально различают собак, которые лаяли в одинаковых условиях (Molnár et al., 2009).

Способность домашних собак к категоризации обонятельных сигналов изучена намного меньше. Этой проблеме посвящено данное исследование. Изучение когнитивных способностей, связанных с обонянием, имеет большое значение, поскольку позволяет лучше понять функциональные возможности обонятельного анализатора собак.

Целью работы было исследование возможности собак к категоризации обонятельных сигналов, то есть способности объединить в группы пахучие объекты, обладающие общими признаками. В качестве признака, по которому собаки могли бы осуществлять категоризацию, был выбран запах половой принадлежности, являющийся надежным невидоспецифичным маркером (Surov et al., '999)

Материалы и методы

В качестве доноров запаха были выбраны млекопитающие 6 видов: мышь домовая (*Mus musculus*) сирийский хомячок (*Mesocricetus auratus*), морская свинка (*Cavia porcellus*), кошка домашняя (*Felis*

*silvestris catus*), кролик домашний (*Oryctolagus cuniculus*), хорек домашний (*Mustela putorius furo*).

Были собраны следующие источники запаха – моча, экскременты, кровь, счесы с тела. Мочу собирали при естественной уринации по 0,05 мл. На хлопчатобумажную салфетку помещали каплю мочи, высушивали на открытом воздухе при комнатной температуре, после чего ткань заворачивали в алюминиевую фольгу и хранили в морозильной камере при температуре -18°C.

Пахучие пробы с экскрементов получали следующим образом. Кювету их алюминиевой фольги помещали в стеклянную 0,5-литровую банку. В кювету клали пробу экскремента. Сверху кювету накрывали стерильной дезодорированной хлопчатобумажной салфеткой, банку закрывали стеклянной крышкой и вместе с содержимым помещали на водяную баню до появления на стенках банки конденсата. После этого еще на сутки оставляли при комнатной температуре. После этого банку открывали, кювету с пробой экскремента удаляли, а салфетку с адсорбированным запахом хранили при комнатной температуре и в таком виде использовали в экспериментах.

Счесы с тела получали путем протирания тела животного донора стерильной дезодорированной салфеткой в течение минуты. После этого салфетку

помещали в стеклянную банку и хранили при комнатной температуре.

Кровь животных получали в ветеринарной клинике при хирургических вмешательствах (кастрации) у практически здоровых животных. Каплю крови помещали на хлопчатобумажную салфетку, высушивали при комнатной температуре, заворачивали в алюминиевую фольгу, хранили в морозильной камере. За полчаса до начала эксперимента салфетку с пробой крови помещали в стеклянную банку, смачивали дистиллированной водой, закрывали банку стеклянной крышкой и в таком виде использовали в экспериментах.

Все вышеописанные манипуляции с пробами во избежание попадания запаха экспериментатора на адсорбент проводили в стерильных перчатках. Стеклянные банки, в которых хранили пробы, были предварительно тщательно вымыты и дезодорированы, расходный материал (салфетки, фольга) и инструменты были одноразовыми. На каждой стеклянной банке и крышке нанесена информация о хранящейся в ней пробе – вид, пол животного, вид источника запаха, и порядковый номер.

Способы сбора, адсорбции и консервации разработаны специально для кинологической оценки пахучих проб и неоднократно использовались в различных экспериментах (Крутова, 1993, Крутова, 2001)

Всего было собрано 153 пробы.

Таблица 1. **Пробы, используемые в экспериментах**

Вид донора	Источник запахов							
	Моча		Экскремент		Счес с тела		кровь	
	Самцы	самки	самцы	Самки	Самцы	самки	самцы	самки
<i>Mus musculus</i>	6	6			6	6		
<i>Mesocricetus auratus</i>	5	5			5	5		
<i>Cavia porcellus</i>	4	4	4	4	4	4		
<i>Felis silvestris catus</i>	3	5	3	4	6	6	6	4
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	2	5	4	3	4	5		
<i>Mustela putorius furo</i>	2	2	2	2	5	5	2	5

В исследованиях были задействованы собаки породы немецкий шпиц из группы, специально созданной для работы с пахучими пробами. На протяжении 6 поколений (23 года) проводится отбор животных, обладающих желательными поведенческими признаками. Учитывается способность животных решать поведенческие тесты, скорость выработки условных рефлексов, разнообразие игрового поведения. Вес взрослых собак 2,5-3 кг. В данном эксперименте работали интактные собаки – один кобель (Шарик) и две суки (Шоня и Тиля). Возраст собак 2,5 года (Шарик и Щоня) и 3,5 года (Тиля). Собаки с рождения содержатся в семье в группе с другими собаками и обучены методу кинологической визуализации запаха. Обучение проводили с использованием мочи крыс (Кпутова, Зинкевич, 2018).

Процедура эксперимента

В помещении, где поддерживается оптимальная для работы обонятельного анализатора собак температура 18-20°C и влажность 70% на полу на расстоянии полутора метров друг от друга ставят два стенда размером 30x50 см. Стенды окрашены в белый цвет. На одном из них прикреплено изображение черного круга диаметром 15 см, на другом – черного квадрата

со стороной длиной 15 см. Расположение стендов периодически меняют, чтобы у собак не вырабатывалась нежелательной связи с лево- или правосторонним нахождением символа.

На расстоянии трех метров от стендов находится стул экспериментатора, коврик для собаки и стол с пробами. Экспериментатор сидит спиной к стендам и наблюдает за работой собаки в зеркале. Собаки работают без ошейника и поводка. Управление осуществляется только голосом.

Экспериментатор дает собаке обнюхать образец запаха, находящийся в банке. В течение 10-15 секунд собака обнюхивает его, после чего по команде направляется к одному из стендов. Предварительное обучение состояло в том, что после обнюхивания пробы, полученной от самца, собака направляется к стенду, на котором изображен квадрат. Подойдя к нему, садится или ложится на расстоянии не более 30-40 см, и остается в таком положении в течение 5-7 секунд. Если образцом был запах самки – те же действия выполняются возле стенда с изображением круга. Если собака сделала выбор правильно – ее поощряют голосом и лакомством. Если обозначение

выполнено неверно – результат не засчитывают, собаку отзывают на место, не поощряют и предлагают обнюхать следующую пробу.

В эксперименте каждая собака выполняет десять подходов к стендам после соответствующего предварительного обнюхивания десяти проб. После пяти подходов делают короткий перерыв на 5-7 минут, в это время собака остается на стартовом месте. После короткого перерыва проводят еще пять предъявлений. После этого собаку уводят из экспериментального помещения, давая ей отдохнуть в течение 40 минут. В день с каждой собакой проводят по две экспериментальных сессии, каждая из которых состоит из 10 подходов. Собаки работали 2-3 раза в неделю. При таком режиме работы они сохраняли очень высокую заинтересованность на протяжении всего времени проведения эксперимента.

Выбор проб для работы в течение одного дня проводили при помощи генератора случайных чисел Windows Excel при соблюдении следующих условий. Количество проб, полученных от самцов и самок в течение одной сессии должно быть одинаковым и количество проб, полученных от одного вида и одного источника запаха не должно быть больше половины. Порядок предъявления проб во время одной сессии также был случайным. Одну пробу одной собаке давали обнюхать только один раз. Каждую пробу предъявляли всем трем собакам.

Результаты и обсуждение

Всего было проведено 15 экспериментальных сессий по 10 подходов в каждой из них. Каждой собаке было предъявлено по 150 проб. Результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Процент правильных сопоставлений обонятельных сигналов пахучих проб с визуальным стимулом**

Номер сессии	Шарик	Шоня	Тия
1	80	100	90
2	100	100	100
3	100	90	100
4	100	100	100
5	90	100	100
6	100	100	90
7	90	90	100
8	100	100	90
9	100	100	90
10	80	100	100
11	90	100	100
12	100	90	100
13	100	100	100
14	100	100	100
15	90	100	100

#### Литература:

1. Крутова В.И. Идентификация особей по обонятельным сигналам у некоторых видов позвоночных. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М.: ИЭМЭЖ. 1993. 24 с.
2. Крутова В.И. Использование метода кинологической идентификации запахов для изучения крупных хищников. Бюлл. МОИП. Отд. Биол. 2001а. Т. 106. Вып. 6. С. 3-13
3. Крутова В.И., Зтнкевич Э.П. Метод кинологической визуализации запаха. Сенсорные системы. 2018, Т. 32, №2. С. 145-153
4. Adachi I., Kuwahata H., Fujita K. Dogs recall their owner's face upon hearing the owner's voice. Anim. Cogn. 2007. V. 10. No 1. P. 17-21.

**Таблица 3. Оценка достоверности по биномиальному тесту.**

Правильные ответы из 150 возможных	Шарик	Шоня	Тия
Число	141	147	146
Процент	94	98	97,3
Вероятность	p<0.0001	p<0.0001	p<0.0001

Все собаки с высокой степенью достоверности решили поставленную задачу. Они оказались способными в сложном запахе особи находить признаки, соответствующие половой принадлежности животных доноров и визуализировать этот процесс демонстрационным поведением. Не потребовалось специального обучения и тренировок для распознавания половой принадлежности в разных экскретах и крови, полученных от млекопитающих разных видов.

Таким образом, наши эксперименты подтверждают, что собаки могут распознавать половую принадлежность млекопитающих только по обонятельным сигналам, независимо от источника (разных экскретов и крови) таких сигналов.

Еще раз продемонстрирована способность собак к переносу навыка. Обученные алгоритму отождествления пахучих проб одного вида млекопитающих, собаки, участвующие в эксперименте, без дополнительного обучения оказались способны успешно решать задачу с использованием проб, полученных из разных экскретов и крови нескольких видов млекопитающих.

Впервые показано, что собаки способны к категоризации обонятельных сигналов по крайней мере по одному из признаков – запаху половой принадлежности.

Собаки продемонстрировали способность к трансмодальной категоризации, то есть устанавливать тождество между группой обонятельных сигналов, объединенных одним общим признаком (запахом половой принадлежности) с биологически нейтральным абстрактным визуальным символом.

Способность собак устанавливать связь между индифферентными визуальными символами и такой характеристикой пахучих стимулов, как половая принадлежность, может быть основой для разработки подобных методик с целью изучения не только когнитивных способностей собак, но и значимых признаков обонятельных сигналов.

5. Autier-Dérian D., Deputte B. L., Chalvet-Monfray K., Cou-Ion M., Mounier L. Visual discrimination of species in dogs (*Canis familiaris*). *Anim. Cogn.* 2013. V. 16. No 4. P. 637–651.
6. Bogale B.A., Aoyama M., Sugita S.. Categorical learning between 'male' and 'female' photographic human faces in jungle crows (*Corvus macrorhynchos*). *Behav Processes.* 2011. 86(1):109-18.
7. Ensminger J. J. Police and Military dogs. CRC Press. Boca Raton, L., N.Y. 2012. 333 p.
8. Gadbois S., Reeve C. Canine Olfaction: Scent, Sign, and Situation. *Domestic Dog Cognition and Behavior.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014.
9. Loidolt, M., Aust, U., Meran, I., & Huber, L. Pigeons use item-specific and category-level information in the identification and categorization of human faces. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2003. 29(4), 261–276.
10. Marsh H.L., MacDonald S.E. The use of perceptual features in categorization by orangutans (*Pongo abelli*). *Anim Cogn.* 2008. 11(4):569–85.
11. Molnár C., Pongrácz P., Faragó T., Dóka A., Miklósi A. Dogs discriminate between barks: the effect of context and identity of the caller. *Behav. Processes.* 2009. 82(2). 198–201.
12. Racca A., Amadei E., Ligout S., Guo K., Meints K., Mills D. Discrimination of human and dog faces and inversion responses in domestic dogs (*Canis familiaris*). *Anim Cogn.* 2010. 13(3):525–533.
13. Range F., Aust U., Steurer M., Huber L. Visual categorization of natural stimuli by domestic dogs. *Anim. Cogn.* 2008. 11(2). 339–347.
14. Surov A. V., Solovieva A. V., Krutova V. I., Bodyak N. D. Olfactory signals of sex: is interspecific discrimination possible? 3rd European Congress of Mammalogy, Jyväskylä, Finland May 29–June 3, 1999. P220.
15. Vinken K., Vermaercke B., Op de Beeck H.P. Visual categorization of natural movies by rats. *J Neurosci.* 2014. 34(32). 10645–10658.