Региональная конференция по научно-техническому творчеству школьников
«Лабиринты науки»

Государственное общеобразовательное учреждение Ярославской области
«Средняя школа «Провинциальный колледж»

Влияние вкусовых раздражителей на груминг антенн и лапок у таракана мадагаскарского шипящего (*Gromphadorhina portentosa*)

Исследовательская работа

Выполнена ученицей
11 естественнонаучного класса
ГОУ ЯО Средняя школа
«Провинциальный колледж»
Семайкиной Анной Вадимовной

Научный руководитель –
кандидат биологических наук,
учитель биологии
ГОУ ЯО Средняя школа
«Провинциальный колледж»
Фомичева Анна Николаевна

Ярославль, 2021

Оглавление

Введение....3
Глава 1. Обзор литературы....6
Глава 2. Объект и методы исследования....6
2.1. Животные....6
2.2. Экспериментальная установка....6
2.3. Проведение эксперимента и анализ данных....7
Глава 3. Результаты исследования....9
3.1. Антеннальный груминг....9
3.2. Асимметрия антеннального груминга....11
3.3. Груминг лапок....14
Заключение....18
Выводы....18
Список используемой литературы....19
Приложение 1....21
Приложение 2....22
Приложение 3....23
1.1. Биологическая характеристика отряда Таракан....23
1.2. Структура и единицы поведения насекомых....24

Введение

Поведение животных издавна интересовало ученых. Наибольшая доля исследований посвящена позвоночным животным, однако в настоящее время все больше внимания уделяется беспозвоночным, особенно насекомым.

Отряд Тараканновые насчитывает около 7570 видов, некоторые из которых обитают в жилищах человека, являясь синантропами, например, рыжий таракан (прусак), чёрный таракан. Такое соседство может приносить людям вред в виде различных заболеваний. За счет активных передвижений по чердачным и подвальным помещениям, канализационным коммуникациям и мусоропроводу, а также жилым помещениям и близкому контакту с человеком и его пищей, они становятся активными переносчиками инфекций. Их особи передают друг другу возбудителей болезней с исключительной быстротой. Тараканы способны вызывать у людей аллергию. [Таракан американский. Википедия.] Также тараканы могут повреждать пищевые продукты, кожаные изделия, переплёты книг, комнатные и тепличные растения. В связи этим необходимо всестороннее изучение тараканновых.

Одним из аспектов исследований, проводимых учеными, является поведение тараканов. Среди поведенческих проявлений у тараканов активно изучается груминг. Груминг – это широко распространенный вид поведения как среди позвоночных, так и беспозвоночных животных и представляет собой очистку и уход за поверхностью тела. У насекомых чаще всего выделяют груминг антенн и конечностей.

Достаточно хорошо изучена асимметрия груминга антенн и лапок. Исследования на эту тему проводились рядом ученых, в том числе Жуковской М.И. и Лычаковым Д.В. [Жуковская М.И., Лычаков Д.В. 2014] Интенсивность груминга может меняться при воздействии на насекомых различных раздражителей. На лапках у насекомых находятся вкусовые рецепторы, поэтому их груминг может быть показателем поведенческой реакции насекомого на вкусовые раздражители.

Изучение органов вкуса насекомых может нести огромную важность для науки и жизни. Так, например, изучение вкусовых рецепторов дрозофил, позволило определить причину превращения этого насекомого во вредителя сельскохозяйственных культур, посредством постепенного изменения его вкусовых пристрастий. [Потеря чувствительности к горькому вкусу превращает дрозофил во вредителей. Элементы.]

Изучение груминга антенн и лапок может быть использовано при исследовании вкусовой чувствительности тараканов, и в дальнейшем помочь прогнозировать поведение данных насекомых.

В качестве объекта исследования был выбран мадагаскарский шипящий таракан (*Gromphadorhina portentosa*), так как данный вид отражает основные особенности отряда тараканoвые (*Blattodea*).

Цель исследования – изучить влияние вкусовых раздражителей на груминг антенн и лапок у таракана мадагаскарского шипящего (*Gromphadorhina portentosa*)

Задачи исследования:

1. Изучить груминг антенн у таракана мадагаскарского шипящего (*Gromphadorhina portentosa*) при раздражении рецепторов питьевой водой и водным раствором сахара.

2. Изучить асимметрию груминга антенн у таракана мадагаскарского шипящего (*Gromphadorhina portentosa*) при раздражении рецепторов водным раствором сахара и питьевой водой.

3. Изучить груминг лапок у таракана мадагаскарского шипящего (*Gromphadorhina portentosa*) при раздражении рецепторов питьевой водой и водным раствором сахара.

Объект исследования – отряд тараканoвые (*Blattodea*).

Предмет исследования – поведение мадагаскарского шипящего таракана (Gromphadorhina portentosa)

Гипотеза исследования: Груминг антенн и лапок у тараканов при воздействии на них водного раствора сахара выражен сильнее, чем при воздействии питьевой водой.

Методы исследования:

• Анализ теоретического материала по выбранной теме (статей, исследовательских работ, журналов, книг), результатов эмпирической части работы (эксперимента).

• Эксперимент – воздействие питьевой воды и сахарного раствора на тест объект мадагаскарский шипящий таракан (*Gromphadorhina portentosa*), для получения практических сведений, подтверждения или отрицания гипотезы.

• Описание хода работы, проведения эксперимента.

• Информационное моделирование для систематизации полученных в ходе эксперимента данных в виде сравнительных таблиц.

• Диагностика или выявление отклонения от нормальных показателей.

• Обобщение данных, полученных от эксперимента, сведений, из различных литературных источников.

Глава 1. Обзор литературы

Представлено в приложении 3.

Глава 2. Объект и методы исследования

2.1. Животные

В эксперименте использовались имаго самцов Мадагаскарского шипящего таракана (*Gromphadorhina portentosa)*. Их содержали в экспериментальной установке при фоторежиме 12 : 12 ч (свет : темнота), в течение 21 дня до проведения эксперимента. Вода и пища присутствовали постоянно. Температуру придерживали в пределах оптимальной (25 – 30°C). В эксперименте было использовано 10 тараканов.

2.2. Экспериментальная установка

Экспериментальная установка (рис. 1) состояла их вольера размером 30×45×30 см, в котором постоянно находилась пища и вода, и затемненного убежища размером 17×17×5.5 см. При проведении эксперимента к вольеру присоединяли тестовую камеру размером 20×20×8 см. Тестовая камера освещалась темно-красным светом и была полностью изолирована от внешних световых раздражителей. Во время проведения эксперимента камера вентилировалась. Регистрация поведения производилась при помощи цветной веб-камеры высокого разрешения. Видеокамера располагалась на высоте 25 см от пола тестовой камеры и передавала видеоизображение в память компьютера. Анализ видеофайлов производился визуально.

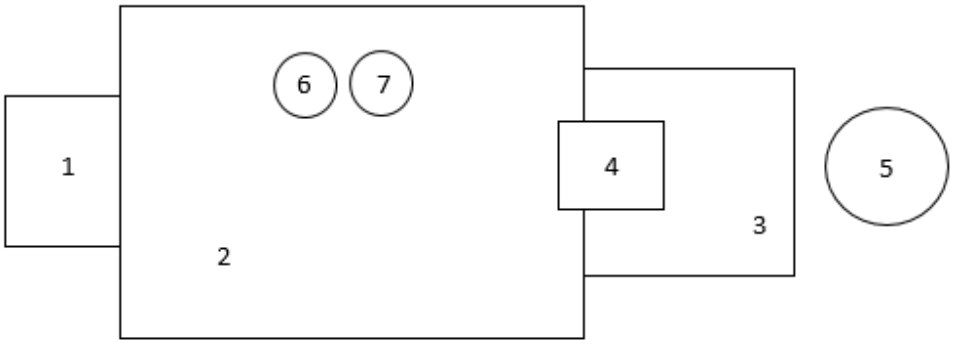


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

1 – затемненное убежище; 2 – вольер; 3 – тестовая камера; 4 – видеокамера; 5 – темно-красная лампа; 6 – кормушка; 7 – поилка.

2.3. Проведение эксперимента и анализ данных

Эксперимент проводился в первой половине темновой фазы, когда тараканы наиболее активны. На дно тестовой камеры ровным слоем распылялась питьевая (контроль) или сладкая вода (опыт).

В контрольном варианте использовалась вода марки «Некрасовская» из артезианской скважины № 104, жесткостью не более 7 мг-экв/л, с минеральными солями не более (мг/л): Кальций 130; Магний 65; Калий 20; Гидрокарбонаты 400; Сульфаты 250; Хлориды 250 (соответствует ГОСТ Р 52181-2003, производитель ООО «Большие Соли»)

В опытном варианте на дно тестовой камеры распыляли раствор сахарозы, приготовленный на той же воде, в соотношении 200 мл питьевой воды к 10 г сахара. Перед началом эксперимента один таракан помещался в тестовую камеру. Видеорегистрация длилась 30 минут, после чего насекомое извлекалось, и более не возвращалось в экспериментальную установку. После каждого эксперимента камера промывалась очищенной водопроводной водой и высушивалась.

При анализе видеозаписей исследовались два основных показателя: чистка антенн и чистка ходильных ног. Отдельно подсчитывались чистки правой и левой антенн, первой, второй и третьей пар ходильных ног (соответственно прикрепленных к первому, второму и третьему грудным

членикам). Также изучалась асимметрия груминга антенн отдельно у контрольной и экспериментальной групп.

Фиксировались случаи груминга, при которых антенна захватывалась в основании передней лапой и пригибалась ко рту, далее флагеллум протягивался через ротовые органы. Лапы очищались в проксимально-дистальном направлении при помощи ротовых органов.

Для математической обработки результатов использовалась программа MS Excel. Вычислялись средние значения, стандартные отклонения. Для оценки достоверности различий в контрольной и экспериментальной группах использовался t-критерий Стьюдента для малых выборок.

Глава 3. Результаты исследования

3.1. Антеннальный груминг

В данной части эксперимента сравнивались показатели антеннального груминга в контрольной и экспериментальной группах. Подсчитывалось количество чисток антенн каждого таракана. Полученные результаты представлены в таблицах 1 и 2, а также на рисунках 2 и 3.

Таблица 1

Груминг антенн в контрольной и экспериментальной группах
(по каждому исследованному таракану)

Количество чисток антенн	
Питьевая вода (Контроль)	Сладкая вода (Эксперимент)
27	6
31	3
6	11
0	4
13	10
5	1
23	12
1	24
13	1
27	4

Таблица 2

Груминг антенн в контрольной и экспериментальной группах
(средние значения)

Количество чисток антенн		
	Питьевая вода (Контроль)	Сладкая вода (Эксперимент)
Среднее значение	14,60±3,68	7,60±2,22
t-критерий Стьюдента	1,63	

По данным таблицы 1 и диаграммы (рис. 3) можно заключить, что в контрольной и опытной группах показатели груминга значительно варьируют в зависимости от исследованной особи. В контрольной группе данные

изменяются от отсутствия чисток до 31 чистки за 30 минут. В экспериментальной группе варьируются от 1 до 24 чисток за 30 минут эксперимента.

По данным таблицы 2 и диаграммы (рис. 2), видно, что среднее количество чисток антенн у тараканов в контрольной группе несколько выше и составляет 14,60±3,68. При воздействии сладкой воды среднее количество чисток составило 7,60±2,22, однако данные различия не являются достоверными.

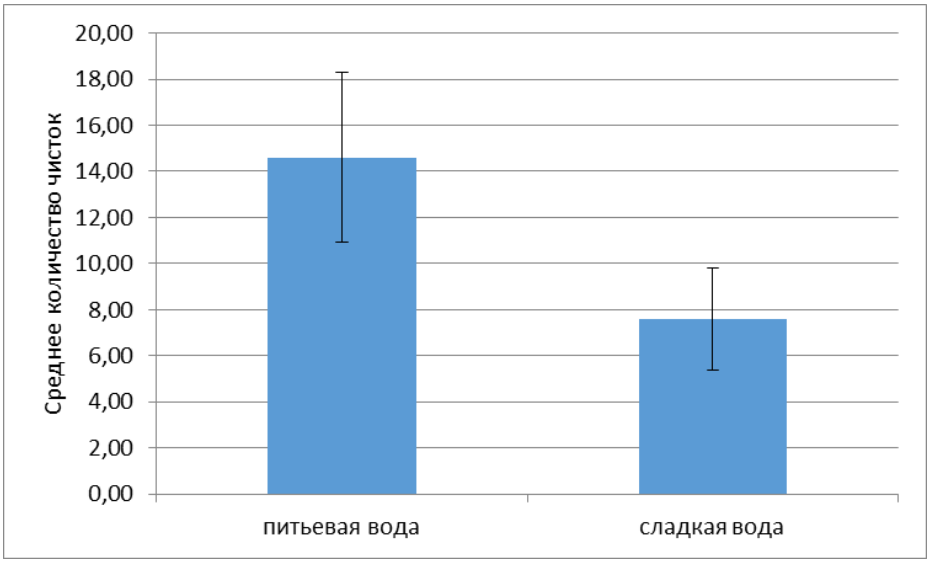


Рис. 2. Средние показатели антеннального груминга в контрольной и экспериментальной группах

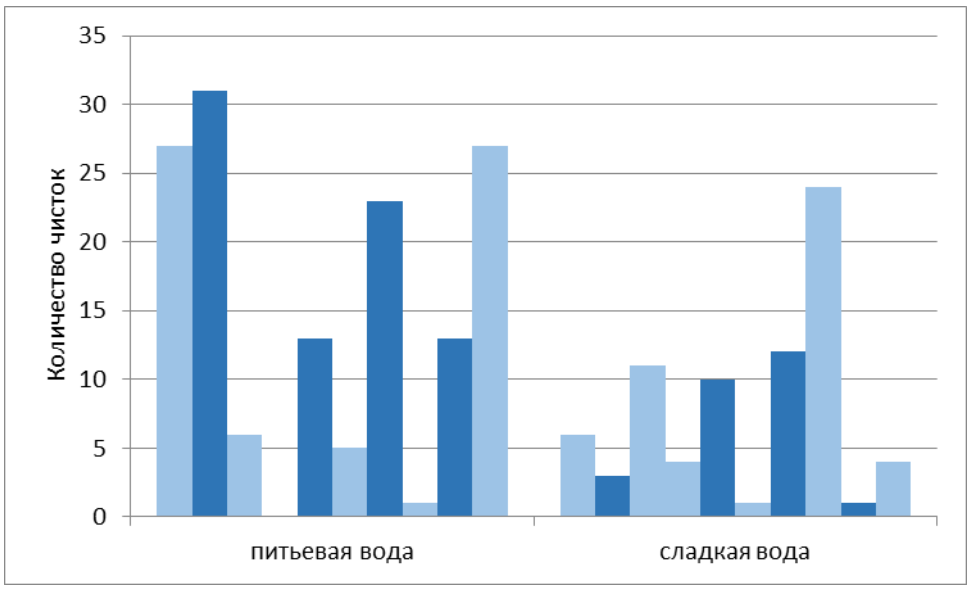


Рис. 3. Показатели антеннального груминга отдельно для каждой особи

По литературным данным на антеннах и лапках у насекомых расположены вкусовые рецепторы, представляющие собой волоски с прямой или раздвоенной верхушкой. На кончике которых имеется отверстие (пора). В основании волосков лежат тела нескольких чувствительных нейронов. Стимуляция сахарного нейрона провоцирует положительную пищевую реакцию.

При восприятии вкусовых раздражений груминг должен быть повышен в связи с необходимостью удаления с поверхности вкусовых рецепторов жидкого экссудата, выделяемого насекомым под воздействием раздражителя. Это может способствовать восстановлению рецепторных характеристик органов вкуса. По нашим данным достоверного увлечения груминга антенн при воздействии сладкой воды не происходит, что может быть связано с недостаточной силой раздражителя (недостаточной концентрацией сахара в воде), видовыми особенностями мадагаскарского шипящего таракана (*Gromphadorhina portentosa*). Следовательно, необходимы дополнительные исследования груминга при воздействии более концентрированной сладкой воды и других вкусовых раздражителей (например, горького или соленого).

3.2. Асимметрия антеннального груминга

Производилось сравнение количества чисток правой и левой антенн, для выявления доминирующей стороны. Полученные результаты представлены в таблицах 3 и 4, а также на рисунке 4.

Таблица 3

Груминг правой и левой антенн в контрольной и экспериментальной группах (по каждому исследованному таракану)

Количество чисток антенн	
Питьевая вода (контроль)	Сладкая вода (эксперимент)

Груминг левой антенны	Груминг правой антенны	Груминг левой антенны	Груминг правой антенны
14	13	2	4
26	5	2	1
0	6	6	5
0	0	2	2
10	3	3	7
2	3	0	1
13	10	4	8
1	0	12	12
2	11	0	1
21	6	2	2
8,9	5,7	3,3	4,3

Таблица 4

Груминг правой и левой антенн в контрольной и экспериментальной группах (средние значения)

Количество чисток антенн				
	Питьевая вода (контроль)		Сладкая вода (эксперимент)	
	груминг левой антенны	правой антенны	груминг левой антенны	правой антенны
Среднее значение	8,9±2,98	5,7±1,41	3,3±1,12	4,3±1,17
t-критерий Стьюдента (сравнение между группами)	1,76		0,76	

По данным таблицы 3 видно, что в контрольной группе преобладает груминг левой антенны, данные изменяются от отсутствия чисток до 26 чистки за 30 минут. Груминг правой антенны, изменяется в пределах от отсутствия чисток до 13 чисток за 30 минут.

В экспериментальной группе сильнее выражен груминг правой антенны. Его показатели варьируются от 1 чистки до 12 чисток. Данные груминга левой антенны изменяются от отсутствия чисток до 12 чисток за 30 минут.

По данным таблицы 4 видно, что среднее количество чисток левой антенны у тараканов в контрольной группе несколько выше, и составляют 8,9±2,98 чисток, чем правой антенны, показатели которой составляют 5,7±1,4 чисток. В экспериментальной группе преобладает груминг правой антенны. Среднее количество его чисток составило 4,3±1,17. Показатели среднего количества чисток левой антенны составили 3,3±1,12 чисток.

Показатели чисток левой антенны в контрольной группе эксперимента выше, чем в экспериментальной группе. Данная разница является достоверной. Различия в груминге правой антенны не достоверны. Асимметрию антеннального груминга можно считать незначительной.

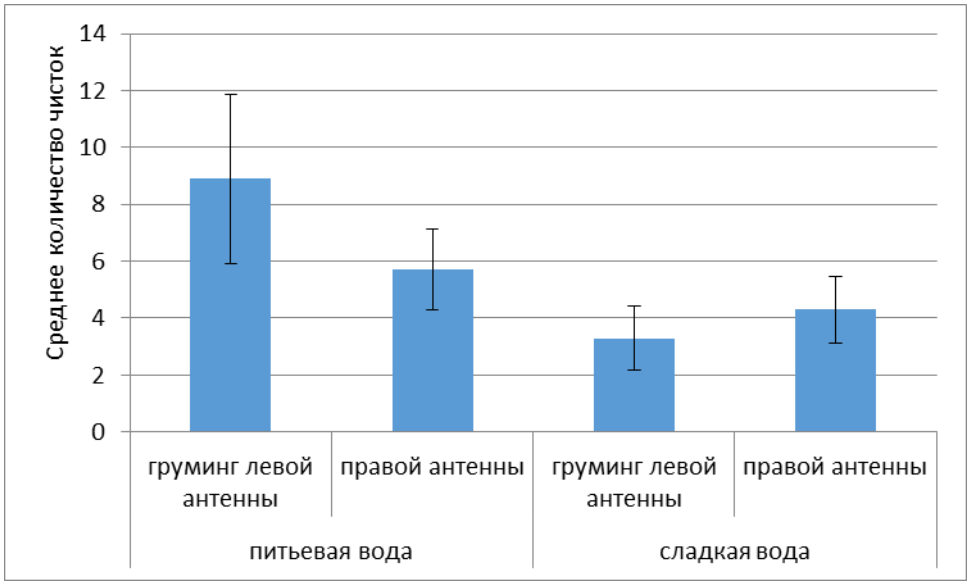


Рис. 4. Груминг правой и левой антенн в контрольной и экспериментальной группах

3.3. Груминг лапок

В третьей части эксперимента сравнивались показатели груминга первой, второй и третьей пары ходильных конечностей в питьевой воде и сахарном растворе. А также показатели груминга ходильных ног в сумме, в контрольной и экспериментальной группах.

Таблица 5

Груминг первой, второй, третьей пар ходильных ног в контрольной и экспериментальной группах
(по каждому исследованному таракану)

Количество чисток лапок					
Питьевая вода (контроль)			Сладкая вода (эксперимент)		
первой пары ходильных ног	второй пары ходильных ног	третьей пары ходильных ног	первой пары ходильных ног	второй пары ходильных ног	третьей пары ходильных ног
2	0	0	0	0	0
7	2	1	0	0	0
5	2	3	1	0	0
4	3	2	2	0	0
5	2	0	9	2	0

1	0	0	1	1	0
2	0	0	4	6	1
1	0	0	4	1	2
2	1	2	2	2	0
3	1	1	1	0	0

Таблица 6

Груминг первой, второй, третьей пар ходильных ног в контрольной и экспериментальной группах

(средние значения)

Количество чисток лапок						
	Питьевая вода (контроль)			Сладкая вода (эксперимент)		
	первой пары ходильных ног	второй пары ходильных ног	третьей пары ходильных ног	первой пары ходильных ног	второй пары ходильных ног	третьей пары ходильных ног
Среднее значение	3,2±0,63	1,1±0,35	0,9±0,35	3,2±0,63	1,2±0,59	0,3±0,21
t-критерий Стьюдента	0,731179					

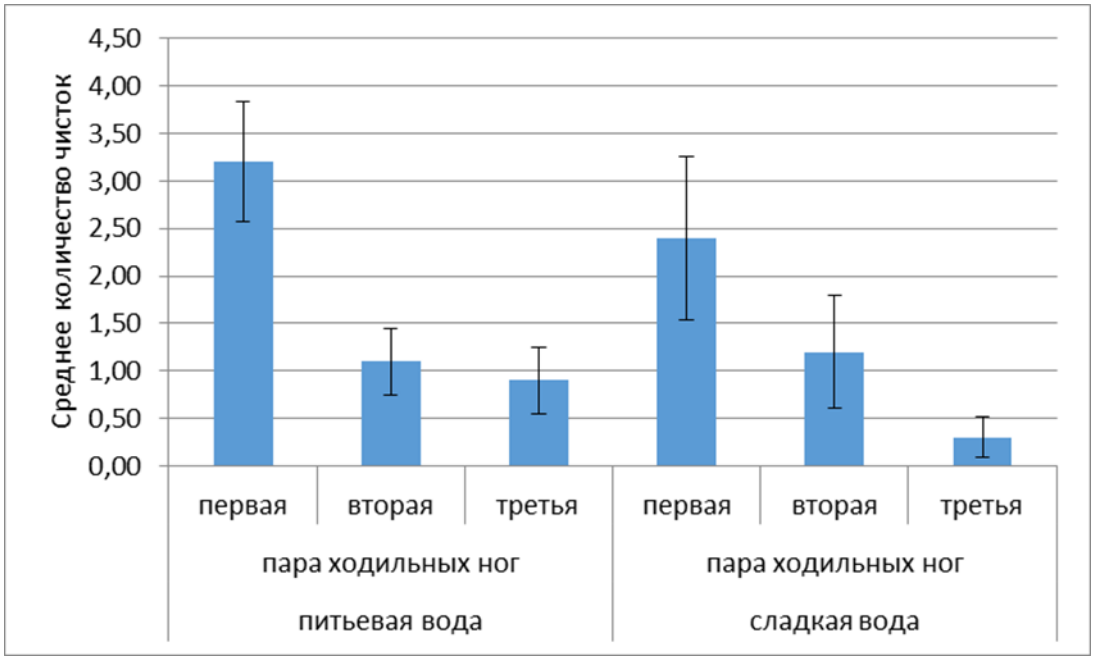


Рис. 5. Показатели груминга первой, второй, третьей пар ходильных ног в контрольной и экспериментальной группах

По данным таблиц 5 и 6, а также диаграммы на рис. 5, можно заключить, что в контрольной и опытной группах показатели груминга лапок значительно варьируют в зависимости от исследованной особи. В обеих группах эксперимента преобладает груминг первой пары ходильных ног. Его значения составили 3,2±0,63 чисток в контрольной группе, и 3,2±0,63 чисток за 30 минут в экспериментальной группе.

Количество чисток средних и задних пар лапок в контрольной и экспериментальной группах было значительно ниже. Средние показатели в группе с питьевой водой составили 1,1±0,35 чисток для второй пары ног, 0,9±0,35 чисток для задней. В группе со сладкой водой 1,2±0,59 чисток второй пары ног и 0,3±0,21 чисток третьей. Можно также проследить снижение среднего количества чисток от первой до второй и третьей пары лапок.

Это можно объяснить тем, что на передней паре ходильных ног расположено больше вкусовых рецепторов, чем на второй и третьей паре ног, тогда как на третьей паре ходильных ног количество вкусовых рецепторов наименьшее, что соответствует литературным данным.

Таблица 7

Груминг лапок в контрольной и экспериментальной группах

(по каждому исследованному таракану)

Количество чисток лапок	
Питьевая вода (контроль)	Сладкая вода (эксперимент)
2	0
10	0
10	1
9	2
7	11
1	2
2	11
1	7
5	4
5	1

Таблица 8

Груминг лапок в контрольной и экспериментальной группах

(средние значения)

	Количество чисток лапок	
	Питьевая вода (контроль)	Сладкая вода (эксперимент)
Среднее значение	5,20±1,15	3,90±1,35
t-критерий Стьюдента	0,731179	

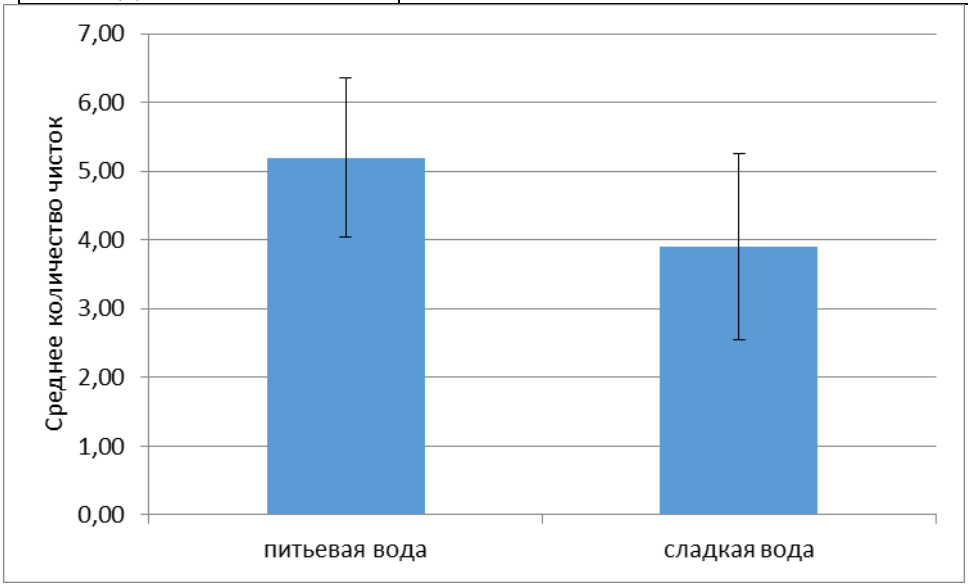


Рис. 6. Показатели груминга лапок контрольной и экспериментальной группах

По данным таблиц 7 и 8, а также диаграммы на рис. 6, видно, что количество чисток лапок в контрольной и экспериментальной группах достаточно сильно варьируются. В контрольной группе данные изменяются от одной чистки до 10 чисток за 30 минут. В экспериментальной группе данные варьируются от отсутствия чисток до 11 чисток за 30 минут эксперимента.

Среднее значение чисток в контрольной группе составило 5,20±1,15 в экспериментальной 3,90±1,35. Разница чисток между контрольной и экспериментальной группами не является достоверной.

Заключение

Выводы

1. Изучение груминга антенн у мадагаскарского шипящего таракана (*Gromphadorhina portentosa*) показало, что среднее количество чисток антенн у тараканов в контрольной группе выше по сравнению с опытом и составляет 14,60±3,68. При воздействии сладкой воды среднее количество чисток составило 7,60±2,22.

2. Частота груминга правой и левой антенн различается в контроле и в опыте. В контрольной группе показатели чисток левой антенны достоверно выше, чем в экспериментальной группе. В экспериментальной группе более выражен груминг правой антенны, однако данные различия не достоверны.

3. Средняя частота груминга лапок в опыте снижена по сравнению с контрольным уровнем и составляет 3,90±1,35 движений за 30 минут при 5,20±1,15 в контроле.

4. В обеих группах эксперимента преобладает груминг первой пары ходильных ног по сравнению со второй и третьей парой ног. Его значения составили 3,2±0,63 чисток в контрольной группе, и 3,2±0,63 чисток за 30 минут в экспериментальной группе.

5. Таким образом, по результатам эксперимента можно заключить, что частота груминга антенн и лапок в опыте снижена по сравнению с контролем, однако, различия средних значений недостоверны, следовательно, необходимы дополнительные исследования груминга при воздействии различных концентраций сладкой воды и других вкусовых раздражителей (например, горького или соленого).

Список используемой литературы

1. Горностаев Г.Н. Насекомые СССР. М.: «Мысль», 1970. 372 с.

2. Гусев В.Г., Гусева Е.С. Энциклопедия домашних животных. М.: Олма-Пресс, 2002. 349 с.

3. Дремова В.П., Алешо Н.А. Тараканы: Биология, экология, санитарно-эпидемиологическое значение, контроль численности синантропных тараканов / Рец.: С.Ю. Чайка, С.А. Шилова. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2011. 312 с.

4. Жуковская М.И., Лычаков Д.В. Асимметрия груминга антенн тараканов Periplaneta Americana: Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН. СПб.: Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова, 2014. С. 829 – 840.

5. Иванов В.П. Органы чувств насекомых и других членистоногих: дис. … д-ра б. наук. СПб.: 2001. 46 с.

6. Огнев Е.А. Опыт содержания и разведения тараканов (Blattodea) // в кн.: Материалы Первого Международного Семинара «Беспозвоночные животные в коллекциях зоопарков». М.: 2002.

7. Потеря чувствительности к горькому вкусу превращает дрозофил во вредителей. [Электронный ресурс] // Элементы. URL: https://elementy.ru/novosti_nauki/433788/Poterya_chuvstvitelnosti_k_gorkomu_vkusu_prevrashchaet_drozofil_vo_vrediteley. (Дата обращения 27.03.2021).

8. Соколинская Е.Л., Колесов Д.В., Лукьянов К.А., Богданов А.М. Молекулярные основы хеморецепции насекомых. М.: Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, 2019. С. 85 – 87.

9. Таракан американский. [Электронный ресурс] // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Таракан_американский. (Дата обращения 13.11.2020).

10. Тараканoвые. [Электронный ресурс] // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тараканoвые#Взаимодействие_с_человеком. (Дата обращения 13.11.2020).

11. Юшкова А. Обоняние и вкус у насекомых [Электронный ресурс] // Новосибирский государственный университет. URL: https://ru.coursera.org/lecture/biosensory/4-3-obonianiie-i-vkus-u-nasiekomykh-PI78H. (Дата обращения 26.03.2021).

Приложение 1

Строение вкусовых рецепторов Drosophila

Вкусовые рецепторы

В целом, для насекомых характерна сложная вкусовая сенсорная система. Главные вкусовые органы

Gr64f [44]. Все гены Gr-рецепторов, чувствительных к сладкому вкусу, экспрессируются в лапках, за исключением *Gr64a*, который экспрессируется в губных щупиках [44]. Функциональные рецепторы слад-

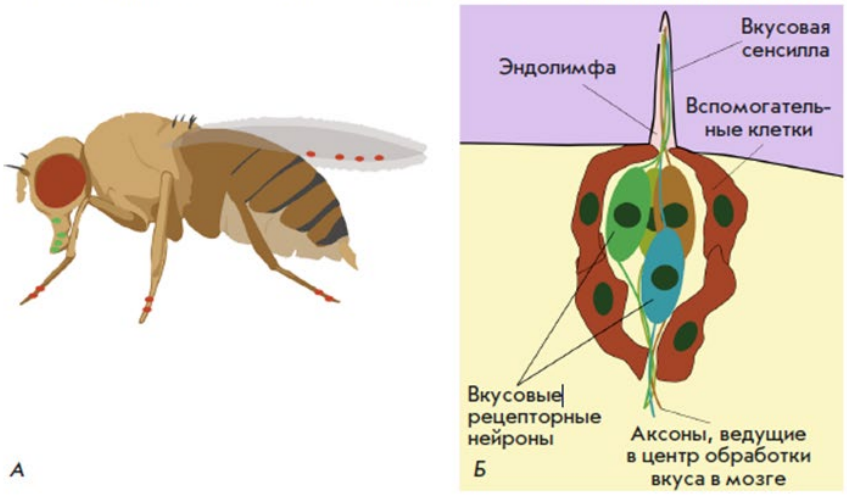


Рис. 7. Вкусовые органы *D. melanogaster*. *А* – основные места локализации вкусовых сенсилл на теле *Drosophila* (обозначены цветными точками). *Б* – схема клеточной организации вкусовой сенсиллы. Адаптировано из [1]

Приложение 2.

Строение вкусовых рецепторов различных насекомых

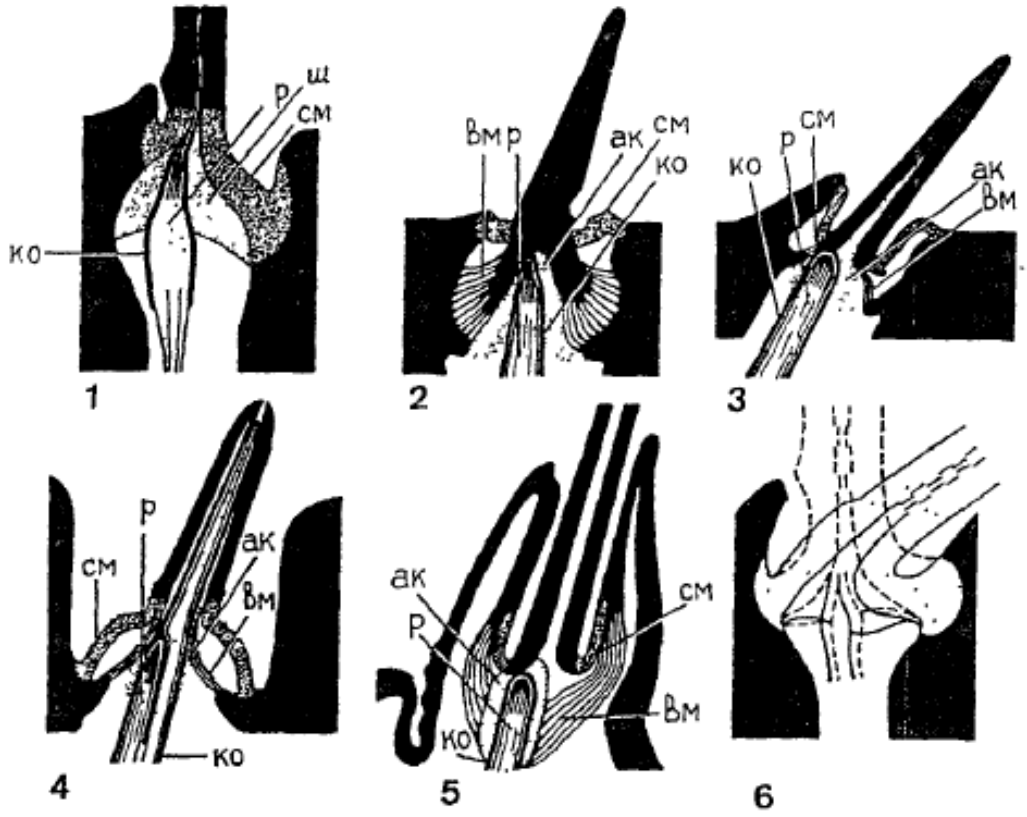


Рис 1 Механорецепторные и хемо-механорецепторные волоски насекомых (по Иванов, 1973)

1 — механорецепторный волосок пчелы *A. mellifera* (по Thurm, 1965), *2* — тактильный антеннальный волосок пчелы *A. mellifera* (по Иванов, 1969), *3* — тактильный антеннальный волосок личинки стрекозы *Aeschna*, *4* — хемо-механорецепторный антеннальный волосок жука *A sulcatus* (по Иванов, 1969), *5* — механорецепторный волосок личинки комара *C. pipiens* (по Иванов, 1969), *6* — активация сенсорной клетки при адекватном механическом раздражении механорецепторного волоска (по Thurm, 1965)

ак, *ш* — апикальный колпачок (или шапочка, *англ* cap), *вм* — внутренняя соединительная мембрана, *ко* — кутикулярная оболочка, *р* — ресничка, *см* — наружная соединительная мембрана

Приложение 3

1.1. Биологическая характеристика отряда Таракан

Отряд тараканы (*Blattodea*). Имеют плоское тело; голова направлена книзу и частично или полностью прикрыта щитообразной переднеспинкой; ротовые органы грызущие; усики длинные, щетинковидные; ноги бегательные, обычно с 5-члениковыми лапками, бёдра уплощённые, большей частью снизу вооружены шипами; голени с сильными шипами. Передние крылья (надкрылья) уплотненные, кожистые, задние – нежные, тонкие, в покое скрыты под сложенными на брюшке надкрыльями; надкрылья и крылья могут быть укорочены или совсем отсутствовать. [Дремова В.П., Алешо Н.А. 2011]

Размножение половым и партеногенетическим путём. Превращение неполное; личинки, в особенности у бескрылых форм, очень похожи на взрослых насекомых. Яйца обычно откладываются в оотеке – особой хитиновой капсуле, которая может довольно долго (до нескольких недель) вынашиваться самкой на кончике брюшка. Личинки вылупляются немедленно или спустя некоторое время после откладки оотеки; иногда сброшенная оотека с яйцами зимует. [Тараканoвые. Википедия.]

Тараканы многоядны, ведут скрытый, преимущественно ночной, образ жизни, быстро убегают в случае опасности. Теплолюбивы, плохо переносят низкие температуры. В отапливаемых помещениях встречаются практически повсеместно. Обитающие в домах тараканы портят кожаные изделия, разносят возбудителей некоторых заболеваний. [Горностаев Г.Н. 1970]

Мадагаскарский шипящий таракан (*Gromphadorhina portentosa*) является эндемиком Мадагаскара, обитает на стволах и ветвях деревьев и кустов. Оптимальная температура оружающей среды для данного вида колеблется в пределах 25 – 30°С [Гусев В.Г., Гусева Е.С. 2002]. Продолжительность жизни в природе составляет 1-2 года, в неволе

2-3 года. Длительность развития в яйце 55 дней, личинки около 4 месяцев.

У мадагаскарских тараканов присутствует так называемое живорождение. Самка носит оотеку в генитальной сумке, время от времени высовывая ее наружу (форма заботы о потомстве), до вылупления личинок. Для данного вида характерен половой диморфизм: самец отличается от самки наличием на боках средней части переднеспинки двух конусообразных выступов. У самок выступы отсутствуют. Также у самок, в отличие от самцов, последние два сегмента брюшка сросшиеся. [Огнев Е.А. 2002]

1.2. Структура и единицы поведения насекомых

Значение химических сигналов для насекомых рассматривается в нескольких аспектах: химические стимулы — это ориентиры, по которым можно отыскать и определить пищевой субстрат, вовремя обнаружить опасность или найти оптимальное место для яйцекладки; также они обеспечивают взаимодействие насекомых — это сигналы тревоги и метки, ограничивающие территорию, а также позволяющие распознавать особей своего вида или своей семьи. Выделяют две категории хеморецепции — обоняние и вкус. Обоняние — это дистантное чувство, вкус — контактное. Молекулы летучих соединений обычно присутствуют в воздухе в очень малой концентрации, а концентрация растворенных веществ в воде обычно больше. У насекомых детекция и вкуса, и запаха осуществляется чувствительными сенсиллами. Для вкусовых сенсилл характерна одна пора, а обонятельные обычно имеют несколько, и это позволяет увеличивать чувствительность. В сенсиллах находятся отростки нескольких нейронов с разной чувствительностью. Дендрит нейрона снабжен длинной видоизмененной ресничкой, которая проходит вдоль сенсиллы и заканчивается в области поры, а аксон направляется с противоположного конца клетки в нервную систему, в подглоточный ганглий (приложение 2). [Юшкова А.]

В целом, для насекомых характерна сложная вкусовая сенсорная система. Органы вкуса используются для распознавания пищевых субстратов, оценки пригодности их в пищу и для контролирования процесса питания.

Членистоногим свойственно межвидовое разнообразие в численности вкусовых сенсилл и их распределении в наружных покровах, что обусловлено прежде всего различиями в экологических условиях существования, в образе жизни и типах питания. Вкусовые рецепторы располагаются обычно на околоротовых частях и в сенсорных придатках передней части тела, участвующих в осязании. У многих насекомых они также имеются на тарзальных или дистальных сегментах ходильных ног, а также в периферических отделах передней кишки, на яйцекладе. Вкусовые рецепторы представлены трихоидными и базиконнческими вкусовыми сенсиллами [Иванов В.П. 2001].

Насекомые дифференцируют четыре первичных вкусовых качества: они различают сладкое, соленое, кислое, горькое, и вкус дистиллированной воды. Вкусовые рецепторы кодируются семейством из примерно 70 генов, и клетки, обладающие, рецептором к сладкому и рецептором к горькому, это совершенно разные клеточные популяции, и их проекции в мозге не перекрываются.

Рецепторные клетки представляют собой чувствительные нейроны, большая часть которых ассоциирована со вкусовыми сенсиллами. Каждая сенсилла содержит несколько вкусовых рецепторных нейронов, в дендритах которых экспрессируются вкусовые рецепторы – GR (gustatory receptors). Гены Gr можно разделить на две большие группы. Первая группа включает большинство Gr-генов (около 35), которые экспрессируются в нейронах, распознающих горький и соленый вкус. Вторая группа состоит из восьми генов, экспрессия которых ограничивается нейронами, чувствительными к сладкому вкусу [Соколинская Е.Л., Колесов Д.В., Лукьянов К.А., Богданов А.М. 2019]. Стимуляция сахарного нейрона провоцирует положительную пищевую реакцию, а раздражение солевого тормозит пищевую реакцию и заставляет насекомого покинуть субстрат. Нейроны взаимно тормозят друг друга: раздражение солевого тормозит сахарный и наоборот. Частота

генерируемых импульсов, пропорциональна силе воздействия, то есть концентрации веществ. [Юшкова А.]

Gr-рецепторы сладкого вкуса. Сладкий вкус сахаров – наиболее изученная форма восприятия вкуса у Drosophila. В отличие от млекопитающих, где единственный гетеродимерный G-белок-сопряженный рецепторный комплекс опознает все сахара и даже белки, имеющие сладкий вкус, в организме Drosophila найдено восемь Gr-белков, участвующих в определении сладкого вкуса. Все гены Gr-рецепторов, чувствительных к сладкому вкусу, экспрессируются в лапках, за исключением Gr64a, который экспрессируется в губных щупиках. Функциональные рецепторы сладкого вкуса являются гетеродимерами. Однако известны рецепторы (Gr43a), которые могут функционировать самостоятельно – в качестве гомомультимеров или мономеров. [Соколинская Е.Л., Колесов Д.В., Лукьянов К.А., Богданов А.М. 2019]

У Drosophila сенсиллы располагаются на верхней губе, на ножках и на яйцекладе. Также рецепторы вкусовой чувствительности есть в глотке и на крыльях. Вкусовые сенсиллы выглядят как волоски с прямой или раздвоенной верхушкой. На кончике волоска обычно есть отверстие (пора). В основании таких волосков лежат тела нескольких чувствительных нейронов (приложение 1). Было установлено, что за восприятие горького вкуса ответственны, главным образом, короткие сенсиллы и сенсиллы промежуточной длины. Вкусовые качества субстрата влияют на поведение дрозофил. Они ориентируются на вкус фруктов и ягод, подбирая подходящую среду для кладки.

Обонятельные нейроны сгруппированы по определенным зонам на антеннах или максиллах, для этих рецепторов характерна определенная пространственная организация на поверхности тела насекомого. Обонятельные сенсиллы, как правило, многопоровые, внутренняя часть их заполнена лимфой, и они содержат отростки до 40 нейронов. Дендриты нейронов — ветвящиеся, молекулы одорантов, диффундировав через пору,

взаимодействуют сначала с так называемыми одорант-связывающими белками, что делает их уже пригодными к взаимодействию с активными сайтами рецепторных молекул в мембране нейронов.

Спектр запахов и веществ контактного действия, воспринимаемых хеморецепторами насекомых, очень широк — это и запахи цветочные, которые выделяются кормовыми растениями, и запахи разнообразных субстратов, привлекающих насекомых для откладки яиц, ориентиры гнезд, пахучий след жертвы для хищников и паразитов. [Юшкова А.]

Груминг – это широко распространенный вид поведения как среди позвоночных, так и беспозвоночных животных и представляет собой очистку и уход за поверхностью тела. Гигиеническая функция груминга у животных хорошо известна: при груминге извлекаются и уничтожаются эктопаразиты и споры патогенных грибов, по покровам (коже, перьям и кутикуле) распределяются вещества, обладающие бактерицидными и фунгицидными свойствами. Чистка антенн у насекомых помимо гигиенической функции имеет и рецепторное значение. Предполагается, что при чистке насекомое удаляет с поверхности антенн жидкий экссудат, выделение которого усиливается при действии одорантов (веществ, используемых в качестве примесей к газам для придания им запаха). Удаление антеннального экссудата, содержащего остатки гидрофобных лигандов, может способствовать восстановлению рецепторных характеристик хемочувствительных антеннальных сенсилл. [Жуковская М.И., Лычаков Д.В. 2014]