

ПОЛОВЫЕ ФЕРОМОНЫ ЖИВОТНЫХ И ИХ ПОВЕДЕНИЕ: ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМУ «ПОЛОВЫЕ ФЕРОМОНЫ ЧЕЛОВЕКА»

КОЧАРЯН Г.С.

доктор мед. наук, профессор кафедры сексологии и медицинской психологии Харьковской медицинской академии последипломного образования МЗ Украины

Представлены терминология и основные понятия, касающиеся феромонов. Обсуждается проблема влияния феромонов животных на их сексуальное поведение и генеративную функцию.

Введение

Сексуальное поведение и генеративная функция имеют сложное обеспечение. В их осуществлении принимают участие различные органы и системы организма животных, а также факторы, связанные с взаимодействием последних. Все больший интерес приобретает проблема регуляции поведения посредством феромонов. Следует отметить все возрастающее внимание к изучению роли феромонов и в жизни человека [4]. Данная публикация посвящена некоторым аспектам влияния феромонов животных на их сексуальное поведение и репродуктивную способность. Она предваряет цикл планируемых статей, которые будут посвящены роли феромонов в жизни человека.

Происхождение термина «феромон». Феромон как понятие. Какие вещества следует относить к феромонам. Классификации феромонов

Одним из факторов биологической модальности, который оказывает значительное влияние на поведение животных, являются феромоны. Термин феромон был предложен в 1959 г. двумя немецкими исследователями гормонов Karlson и Luscher, которые сконструировали это слово из двух слов греческого происхождения: pherein, означающего приносить или передавать/перемещать (to bring or transfer), и hormon, означающего возбуждать (to excite) [11]. Этот факт нашел отражение в их статье, опубликованной в журнале "Nature".

Феромоны – вещества, которые выделяются экзокринными железами во внешнюю среду и оказывают воздействие на других особей того же вида, а иногда и не только [2]. Поэтому их раньше называли эктогормонами [13]. Большинство ученых квалифицируют феромоны как химические вещества, выделяемые одним индивидуумом биологического вида, которые при обнаружении их другим индивидуумом того же вида вызывают определенный поведенческий или физиологический ответ. Некоторые исследователи также считают, что

ответ на феромон должен быть бессознательным (в настоящее время это является предметом дискуссии). Другие же полагают, что феромон обязан обеспечивать эволюционное преимущество как его «отправителю» (тому, кто продуцирует феромон), так и «получателю» (тому, на кого он оказывает влияние). В ряде определений также указывается, что ответ реципиента на феромон должен быть врожденным, т. е. не требующим специфического научения. Некоторые исследователи называют феромонами все химические вещества, обеспечивающие связь между представителями того же самого вида [по 9].

Одни феромоны действуют на центральную нервную систему реципиента, вызывая немедленную поведенческую реакцию. К таким быстродействующим феромонам ("releaser pheromones") относятся, например, половые аттрактанты (привлекающие вещества) некоторых бабочек, а также «метчики следов» и «факторы тревоги», выделяемые муравьями. Благодаря указанным «метчикам», другие муравьи могут найти дорогу к пище. Старые «метчики» не могут сбить их с верного пути, так как спустя 2 мин они улетучиваются. «Факторы тревоги» играют роль своеобразного пожарного колокола. Встревоженные муравьи, выделяя их, сообщают об опасности другим муравьям, находящимся поблизости. Следует отметить, что «факторы тревоги» имеют более низкий молекулярный вес, чем половые аттрактанты, и менее специфичны. Поэтому на одно и то же вещество реагируют представители нескольких различных видов.

Другие феромоны ("primer pheromones") являются веществами, вызывающими отсроченные поведенческие или физиологические ответы. Они действуют более медленно, вызывая у реципиента изменения, влияющие на его рост, дифференцировку и др. характеристики. Примерами могут служить регуляция роста у саранчи, регуляция числа репродуктивных особей и солдат в колониях термитов, изменение менструального цикла, ускорение полового созревания молодых самок мыши, находящихся вместе с ее взрослыми самцами.

В дальнейшем, однако, классификация феромонов была усложнена. Обсуждая проблему классификации феромонов, G. Preti и соавт. [24] отмечают, что вначале были выделены "releaser pheromones", которые вызывают непосредственные/немедленные, прежде всего поведенческие ответы (типа сексуальной привлекательности и/или копуляции), и "primer pheromones", обуславливающие более медленные физиологические/эндокринные/нейроэндокринные ответы, включая гормональные изменения, влияющие на репродуктивную функцию [по 7]. Третья категория – "signaler pheromones" – была введена, чтобы охватить химические сигналы, когда информация передается, но никакие очевидные primer или releaser эффекты не могут быть установлены

(R.E. Johnston [16]). S. Jacob и M.K. McClintock [15] недавно ввели понятие «модулирующие феромоны» (“modulator pheromones”), которые следует рассматривать как дополнительную группу потенциальных химических сигналов, способных влиять на состояние или настроение реципиента и/или регулировать мультисенсорные входные сигналы в то время, когда он подвергается воздействию последних.

История открытия феромонов: от эмпирических наблюдений к научным открытиям. Влияние феромонов на половую сферу животных: эффекты Вайтгена, Брюса, сексуальная активность. Половые гормоны и действие феромонов

Одну из самых поразительных групп феромонов составляют половые аттрактанты бабочек. В 1870-х годах известный французский натуралист Jean-Henri Fabre (Жан Анри Фабр) заметил, что мотыльки мужского пола пролетали мили, чтобы навестить самку мотылька, находящуюся в клетке его лаборатории. Исходя из этого, он предположил, что от нее распространяется запах, привлекающий самцов. В 1959 году, т.е. почти спустя столетие, немецкий химик Adolf Butenandt ввел нас в эпоху современного исследования феромонов, когда успешно изолировал активное химическое вещество бомбикол (спирт с 16 атомами углерода и двумя двойными связями), секретлируемое самками тутового шелкопряда и привлекающее самцов-мотыльков к самкам. Известный автор Lewis Thomas очень образно описал эффект этого уникального химического вестника в своем коротком очерке “Fear of Pheromones” («Страх феромонов») [по 27]. Потребовалось 313000 насекомых, чтобы получить всего около 4 миллиграммов этого вещества [1]. Помимо бомбикола, также идентифицирован джиплюр – половой аттрактант, выделяемый самками непарного шелкопряда (10-ацетокси- Δ^7 -гексадеценол).

В антеннах самцов имеются чрезвычайно чувствительные рецепторы для восприятия названных веществ. Реакция самца на половой аттрактант выражается в том, что он летит против ветра по направлению к его (феромона) источнику. При легком ветре аттрактант, выделяемый одной самкой, распространяется на участке длиной в несколько километров и шириной до 200 м. У самки тутового шелкопряда в среднем имеется около 0,01 мг этого вещества. Экспериментальным путем было показано, что всего лишь 10000 молекул аттрактанта, распространяясь из источника, расположенного на расстоянии 1 см от самца, уже вызывают соответствующую реакцию. Самец «получает» при этом, возможно, лишь несколько сот молекул, а может быть и меньше. Таким образом, аттрактант, выделяемый одной самкой, способен оказать стимулирующее воздействие на больше, чем 1 миллиард самцов (К. Вилли [2]).

Очень образно способность феромонов сообщать различные сигналы на большие расстояния описывает С. Lundmark [21]. Он отмечает, что намного раньше телефонов, телеграфов, семафоров и дымовых сигналов (smoke signals) существовала дальняя связь. Тревожные сигналы и сообщения о прибытии, предназначенные для определенных реципиентов, распространялись по воздуху и воде целую вечность.

Следует отметить, что «заманивающий» эффект феромонов взят на вооружение человеком и используется им для борьбы с насекомыми-вредителями. Так как воспроизводство часто «привязано» к этим «химическим веществам любви», имеется возможность управления популяциями насекомых и, что особенно важно, разновидностями вредителей, воздействуя с помощью этих веществ на поведение последних [21].

А.Л. Лобанов [5], обсуждая данную проблему, сообщает, что изучение феромонной коммуникации жуков имеет особое значение для разработки экологически чистых способов борьбы с вредными видами. Практическим результатом таких исследований стало создание эффективных ловушек для ряда вредителей (в первую очередь здесь нужно упомянуть щелкунов, короедов и кожеедов). Феромоны используются жуками и другими насекомыми в самых разнообразных целях. В справочнике «Феромоны» (А.В. Скиркявичюс, 1988) выделено 30 типов феромонов, которые отличаются по своему назначению. Половые феромоны (эпагоны, или половые аттрактанты), служащие для облегчения встречи самцов с самками, – самые важные для жуков и наиболее хорошо исследованные. В упомянутом справочнике приведены сведения о феромонах 172 видов жуков. При этом большое внимание уделено половым феромонам. Эффективность этого типа феромонов иногда очень велика: количества этого вещества, выделенного одной самкой, бывает достаточно для привлечения тысяч самцов. Расстояние, на котором действуют эти вещества, при благоприятных условиях может достигать нескольких километров. Поэтому именно половые аттрактанты человек пытается в первую очередь использовать для дезориентации самцов вредных жуков и отлова их в феромонные ловушки. В итоге снижается процент оплодотворенных самок, что ведет к снижению численности вредителя. Наиболее обнадеживающие результаты при использовании таких ловушек были получены в борьбе со щелкунами, короедами, кожеедами, хрущами и долгоносиками. Половые феромоны также используются для выявления вредителей при низкой их численности и для оценок уровня численности, когда она становится высокой [5].

Также отмечается, что использование синтетических феромонов – один из самых экологически безопасных методов борьбы с вредными жуками. Это обусловлено тем, что данные химические вещества неядовиты и используются в таких малых количествах,

которые не могут повлиять на человека и окружающую среду. Кроме того, подчеркивается такое качество сексуальных аттрактантов, как их видоспецифичность. Они воздействуют только на определенный вид, не оказывая влияния на других животных [5].

Процесс идентификации различных феромонов нарастает в геометрической прогрессии. Отмечается, что после того как в конце 1950-х ученые извлекли феромон моли тутового шелкопряда (*Bombyx mori*), было идентифицировано больше, чем 1000 феромонов [13].

Феромоны обнаружены не только у насекомых (бабочки, муравьи, термиты, тараканы, пчелы и др.), но также у рыб, млекопитающих и др. животных. Как уже отмечалось, половые феромоны видоспецифичны. Их влияние на половое поведение самцов может быть продемонстрировано на примере котов, нюхающих валерианку. Это связано с тем, что валериановая кислота является половым феромоном кошек.

В качестве регуляторов сексуального поведения феромоны участвуют на всех уровнях эволюции животного мира, начиная с наиболее примитивных одноклеточных организмов. Так, известно, что при половом процессе бактерий *Streptococcus faecalis* в клетках-реципиентах синтезируется пептидный феромон. Под его воздействием клетки-доноры приобретают способность прилипать к реципиенту. У насекомых же действует более сложная программа. Так, самка *Drosophila virilis* с помощью феромонов сначала уведомляет самцов о своей готовности к спариванию. После оплодотворения, однако, в ее организме происходит образование другого феромона, который «сообщает» самцам, что данная самка больше не нуждается в их интимных услугах.

Чем выше на лестнице эволюции находится вид, тем меньше его зависимость от химических феромонных сигналов. Так, высказывается мнение, что у млекопитающих с их развитой нервной системой такие сигналы часто уже не приказ, который ведет к его неукоснительному исполнению.

Следует отметить, что содержание феромонного послания может иметь количественную зависимость. Выхухоль (*Myogale*) [род насекомоядных млекопитающих из семейства землероек (*Soricidae*)], например, разным количеством одних и тех же 16 монокетонов из секретов хвостовой железы сообщает мужского она пола или женского.

В животном мире широко используется сочетание визуальных и обонятельных сигналов. Это может обуславливаться, например, тем, что при высоких температурах использование пахучих меток резко затрудняется, так как летучие вещества слишком быстро испаряются. Игуаны *Dipsosaurus dorsalis* (ящерицы), обитающие в жарких пустынях, где оставленные на горячем песке пахучие метки быстро испаряются, «нашли выход» из создавшегося положения: их метки состоят из тяжелых молекул, которые поглощают свет в

ультрафиолетовой области. Ориентируясь на ультрафиолетовые сигналы, эти животные находят метки и слизывают их.

Многие исследования, посвященные феромонам, были проведены на мышах. Они доказывают важность этих веществ в сексуальном и репродуктивном функционировании. Так, запах мочи самца мыши способен индуцировать эструс (овуляцию и сексуальное поведение) у ее самки. Напомним, что у самок большинства видов млекопитающих имеют место периодические изменения силы полового влечения. Период, когда оно достигает максимума, называется эструсом. Тогда говорят, что у животного наступила «течка». У кошек и собак течка бывает в среднем 2 раза в году, а у большинства диких животных – только 1 раз в год. Тем не менее у некоторых видов, например, у крысы, эструс наступает через каждые 5 дней [2].

При помещении в одну клетку четырех или более самок мыши у них значительно увеличивается частота случаев ложной беременности. Однако после удаления у них обонятельных луковиц этого не происходит. Помещение в одну клетку еще большего числа самок приводит к нарушению их эстральных циклов. Однако если в ту же клетку поместить одного самца, то его запах может вызвать появление и синхронизацию их эстральных циклов и уменьшить частоту нарушений функционирования репродуктивных органов [2].

Сообщается (Whitten, 1959), что когда большому количеству самок мыши предъявляли запах феромонов из мочи самцов, у них ускорялся цикл и наступал эструс (течка). *Эффект Вайтмена* приводит к тому, что многие контактирующие друг с другом самки, которые обычно состоят в близком родстве, рожают примерно в одно и то же время. Это весьма адаптивный паттерн, так как обычно мыши сообща заботятся о потомстве. Если одна из матерей умрет или не сможет кормить молоком, то другие матери из данной группы будут способны обеспечить ее потомство пищей и защитой.

Интересен следующий факт. Оказывается, что запах «чужого» самца может блокировать развитие беременности у недавно забеременевшей мыши («*эффект Брюса*»). Влияние тестостерона (Тс) отражается на способности половых феромонов самцов оказывать на самок свойственные им эффекты. Если кастрировать самца мыши, то его моча не индуцирует эструс и не способна блокировать беременность (Н.М. Bruce [10]).

Механизм этого феномена следующий. Когда беременная мышь подвергается воздействию мочи чужого самца, то это блокирует производство рилизинг-гормона в гипоталамусе, который, в свою очередь, понижает уровень ее гипофизарных гормонов. В результате, беременность завершается выкидышем. J.V.Kohl и R.T. Francoeur [17] в связи с этим задают вопрос: «Не является ли это естественным способом редукции энергетических

затрат беременной самки, чей потомок, возможно, был бы использован в качестве пищи чужим самцом, находящимся возле ее жилища, если бы ее беременность продолжалась и она родила бы без самца, который бы защитил ее детеныша?»

Если самка мыши не является беременной, воздействие запаха мочи чужого самца также изменяет ее гормональный баланс таким образом, что она не может забеременеть. С другой стороны, запах мочи хорошо знакомого самца поддерживает ее нормальный гормональный цикл и позволяет ей «прийти» к течке. В 1956 г. W.K. Whitten в лаборатории Джексона в Бар-Харборе (штат Мейн, США) обнаружил, что если прикладывать к носу самки крысы местное анестезирующее средство, чтобы она не могла чувствовать запах, ее эстральный цикл становился нерегулярным [по 17].

Феромоны, содержащиеся в моче самок, также оказывают влияние на половое поведение самцов. Было показано, что самцы белой крысы различают самок, которые находятся в эструсе, от тех, которые находятся вне эструса, и предпочитают первых [18]. Такой же феномен наблюдается у самцов собак, жеребцов, быков и скотов [22]. Подобно тому, как тестостерон влияет на способность половых феромонов самца оказывать соответствующее воздействие на самок, яичниковые гормоны (эстроген и прогестерон) определяют возможность влияния феромонов самок собаки на поведение самцов [8].

Исследование роли феромонов в сексуальном поведении проводилось и у обезьян. Обнаружено, что введение эстрогенов самке обезьяны резус приводит к сексуальному возбуждению самцов, находящихся в своих клетках [14]. Если же их обоняние блокируется, то они не возбуждаются.

Связь между сексуальной аттракцией и насыщенностью половыми гормонами видна и из специальных экспериментов, проведенных А.И. Гладковой [3]. Осуществлялось тестирование крыс обоего пола. В то время как в каждой паре самец оставался интактным, у самки уровень гормонов изменялся (вначале самок кастрировали, а затем вводили им различные гормоны). Выявлено, что ухаживательное и собственно спаривательное поведение у самцов осуществляется разными механизмами. Самцы отдают предпочтение самкам, одновременно «обработанным» эстрадиолом и прогестероном, а введение только эстрадиола оказывает слабое действие. Введение самке тестостерона или дигидротестостерона подавляет спаривательную активность самца, так как андрогенизированная самка не является для него достаточно привлекательной. По отношению к ней выявляется лишь ухаживательное поведение.

В литературе приводятся данные о конкретных, специфических для данного вида сексуальных феромонах. W. Li и соавт. [19] сообщают, что желчная кислота репродуктивно

зрелых морских миног мужского пола действует как мощный сексуальный феромон. E.T. Ben-Ari [9] отмечает, что азиатские слоны – одно из немногих млекопитающих с известной химической формулой феромона. L.E.L. (Bets) Rasmussen, которая работает в Портланде (the Oregon Graduate Institute of Science and Technology), изучает половой феромон, обнаруженный в моче самок слона, который получают в период овуляции. Самцы слона сначала обнаруживают мочу посредством обоняния, а затем, после нанесения мочи на верхнюю часть их хобота и размещения его верхнего конца в отверстиях протоков, ведущих к *вомероназальному органу (ВНО)*, воспринимают феромон своей *вомероназальной системой (ВНС)*. Однако интересно отметить, что этот феромон [(Z)-7-dodecenyl acetate], сообщающий самцу слона, что самка готова к спариванию, оказывается, идентичен составу, используемому в качестве одного из главных половых феромонов более чем сотней видов насекомых, особенно молью.

В одной из последующих статей будет помещена информация о ВНО и ВНС. Однако для исключения сложностей в восприятии материала, предвещающего ее, следует сообщить, что ВНО является составной частью ВНС, которая специализируется на восприятии феромонов и обработке информации, связанной с их воздействием.

Роль феромонов в сексуальной конкуренции. Влияние социальных факторов на феромонную активность. Межвидовое действие феромонов

Сексуальный отбор является важной частью естественного отбора. Такие характеристики самца, как самое яркое оперение, самый громкий голос, самые большие рога и т.д. дают ему преимущество в овладении самкой, а значит, обеспечивают возможность продолжения своего рода. Его сила и красота, производящие на нее впечатление, свидетельствуют о крепком здоровье, являющимся залогом появления жизнеспособного потомства. В настоящее время уже существует много доказательств, что в сексуальном отборе участвуют и феромоны. Например, если феромонный сигнал самки слаб, то первыми к ней придут самые активные и быстрые самцы, обладающие самым острым обонянием. С одним из них самка вступит в сексуальный контакт.

D. Park и C.R. Propper [23] отмечают, что феромоны действуют как аттрактанты и половые стимулы у большинства позвоночных. Например, феромоны самок краснопятнистых тритонов *Notophthalmus viridescens* привлекают самцов, а феромоны самцов увеличивают сексуальную восприимчивость самок. Однако никакими исследованиями не было установлено, продуцируют ли самцы позвоночных феромон, который отпугивает конкурирующих самцов. Благодаря серии обонятельных экспериментов авторы обнаружили,

что сексуально мотивированный самец красно-пятнистого тритона продуцирует феромон, функция которого состоит в том, чтобы отваживать других приближающихся к самке самцов. Авторы обращают внимание на тот факт, что их находка – первое сообщение о такого рода функции феромонов у самцов позвоночных.

У некоторых животных аромат/запах мочи играет важную роль в отваживании от самки одним самцов других. Так, перед совокуплением кролик-самец мочится на самку, оставляя ее с его личным запахом-маркером, сигнализирующим другим самцам, чтобы они не приближались к ней. Ruth Winter предполагает, что такое поведение может выражаться более сложным / более искусственным способом, когда мужчина дает женщине духи, «маркируя» ее как свою женщину [по 17].

Более того, известно, что самцы змеи, называемые "she-males", продуцируют сексуальные феромоны, которые придают им аромат, подобный запаху самок. Эта уловка вводит в заблуждение конкурирующих самцов. Они стремятся к спариванию с «самцами-обманщиками» (СО). В то время как смущенный самец пробует ухаживать за СО, сам СО не упускает момента и немедленно спаривается с истинной самкой [по 17].

У животных, живущих в сообществах со строгой иерархией, феромоны доминантных самцов способны подавлять репродуктивную активность подчиненных самцов, обеспечивая психологическую кастрацию слабых конкурентов. J.R. Lombardi и J.G. Vandenberg [20] отмечают, что социальное подчинение, которое угнетает гонадную функцию юных и взрослых самцов домашней мыши, также подавляет активность андрогенозависимого мочевого феромона, который ускоряет темп полового созревания юных самок.

О взаимодействии социальных и биологических факторов в поведении мартышек свидетельствует исследование Джизелы Эппл (Gisela Epple) в Центре изучения химических ощущений Монелла (США). Было выявлено, что эти маленькие южноамериканские обезьяны «мажут» ароматические секреты своей половой области повсюду. Это позволяет другим мартышкам «узнавать их род, идентичность и разряд в местной иерархии господства». Данное поведение важно для репродуктивной жизни мартышек, потому что в каждой стае фертильна только одна самка. Доминирующая самка, так или иначе, подавляет сексуальную восприимчивость и продукцию яйцеклеток у всех других самок, которые только могут ждать и надеяться на то, что она покинет стаю, утратит свою позицию или умрет. Ключ к этому паттерну фертильности стаи – феромон доминирующей самки, который биохимически тормозит (ингибирует) фертильность других самок. Когда аромат/запах доминирующей самки воздействует на гипоталамус других самок, их овуляция подавляется. Фактически, «парообразное» противозачаточное средство мартышек является «близким родственником»

эстрогенных стероидов, используемых в оральных контрацептивах. Автор считает, что полученные ею данные являются дополнительным свидетельством, поддерживающим гипотезу, что феромоны могут воздействовать на менструальный и овариальный циклы [по 17].

В связи с приведенным исследованием, уместно сообщить, что десять лет назад ученые в Индии использовали назальный аэрозоль, чтобы «доставить» маленькие дозы эстрогена и прогестерона, которые содержатся в противозачаточных пилюлях, к обонятельной системе. Нос также «использовался» Sven Nillius из Sweden's Uppsala University для запуска репродуктивной системы infertильной женщины путем распыления люлиберина (рилизинг-гормона лютеинизирующего гормона) в ее носовых проходах. В связи с этим высказывается предположение, что в ближайшем будущем некий новый гормональный или феромонный фактор, воздействующий на назальную область, сможет вполне заменить популярные оральные и имплантируемые противозачаточные средства, а также пероральные гормоны для infertильных женщин [17].

Как отмечалось нами ранее, в ряде случаев феромоны одного вида могут оказывать влияние на особей другого вида. Однако подчеркивалось, что это касается так называемых «факторов тревоги». Тем не менее оказалось, что и половые феромоны могут обладать межвидовыми эффектами. Так, J.P. Signoret [26] сообщает, что у млекопитающих феромоны рассматриваются как наиболее важные сигналы, вовлеченные в социо-сексуальную стимуляцию репродуктивных процессов. У домашней овцы взаимодействия между самцом и самкой индуцируют изменения в пульсирующем ритме секреции лютеинизирующего гормона (ЛГ) у обоих полов. Запах шерсти барана стимулирует у самки секрецию ЛГ и овуляцию. Наблюдалось и межвидовое влияние, поскольку подобное же действие на нее оказывает экстракт волос самца козла. Однако автор сообщает, что у барана (несмотря на то, что самка более эффективно стимулирует высвобождение ЛГ) никаких феромонных воздействий отмечено не было.

Гены, рецепторы феромонов и поведение

Внутри носовых пазух мыши расположена сеть нейронов, которые могут реагировать на присутствие феромонов. Эти нейроны способны передавать сигнал непосредственно в мозг. Ранее ученым удалось идентифицировать 150 генов, которые могут кодировать рецепторы феромонов. Все эти гены экспрессируются только в нейронах носовой полости. При этом каждый нейрон экспрессируется только одним из указанных генов. Ученые из Швейцарии изучали нейроны, которые кодирует ген V1rb2. Для этого они добавляли к нему ДНК,

кодирующую зеленый флюоресцирующий белок. После этого исследователи измеряли активность флюоресцирующих нейронов в ответ на действие около 20 различных феромонов. Было показано, что максимальная активность белка V1rb2 была зафиксирована при применении определенного феромона, найденного в моче мышей. При этом нейроны, не содержащие V1rb2, не отвечали на присутствие феромонов [6].

В связи с обсуждаемой проблемой, приведем сообщение от 4 сентября 2002 г, помещенное в интернете [25]. В нем отмечается, что феромоны изучались, начиная с 1950-х годов, но у млекопитающих молекулы, которые обнаруживают феромоны, не были выявлены. Теперь команда исследователей во главе с доктором медицины и философии (MD, PhD) Peter Mombaerts обеспечила первое функциональное доказательство существования молекулярных рецепторов для феромонов у млекопитающих. Результаты работы этой команды вносят вклад в наше понимание роли функционирования мозга в организации социального и репродуктивного поведения. Они также могут помочь объяснить, почему половое размножение обычно происходит только в пределах биологического вида и, в конечном счете, как он формируется.

В журнале “Nature” за 5 сентября 2002 г Момбаертц (Mombaerts) и его коллеги из университета Рокфеллера (Rockefeller University), а также ряд исследователей из других учреждений сообщают о значительно менее агрессивном и менее сексуальном поведении лабораторных мышей, у которых имел место недостаток специфического кластера генов, который предыдущее исследование лаборатории при данном университете связывало с обнаружением феромона [12]. Авторы также показывают, что нервные клетки мышей-мутантов, которые были обнаружены в ВНО животных, не способны обнаруживать некоторые феромоны. Karina Del Punta – ведущий автор статьи, посвященной данным исследованиям, и аспирантка Рокфеллеровского университета отмечает, что ВНО связан с выявлением феромонов. Об этом свидетельствует то, что при его хирургическом удалении у животных возникает агрессия и нарушения спаривательного поведения. Она заявляет об обнаружении в результате этих экспериментов факта, что удаление кластера генов, которые «производят рецепторы феромона», моделирует некоторые аспекты хирургического удаления ВНО у этих животных.

Исследователи использовали сложную технику генетической манипуляции, называемую «хромосомная инженерная технология», чтобы удалить область 16 генов из генома мыши. Мыши-мутанты развивались нормально, были фертильны и не отличались от нормальных животных контрольной группы по своему общему поведению. Однако мутантные самцы и

самки имели явные отличия в агрессии и сексуальной активности по сравнению с нормальными.

Обычно кормящие самки (nursing females) агрессивны по отношению к другим мышам лаборатории, вторгающимся в их жилище или помещаемых туда. Кормящие мутантные самки, однако, были менее агрессивны, когда конфронтировались со вторженцем: имело место меньшее количество нападений, первое нападение было отсрочено, а полное время нападения на захватчика оказалось намного меньше, чем у нормальных самок в такой же тестовой ситуации.

Ученые изучали четыре параметра поведения самцов-мутантов мыши. При первом исследовании определяли, произойдут ли изменения в генерировании ультразвуков частотой 70 кГц после удаления ВНО, которое (генерирование) происходит, когда самцы впервые подвергаются воздействию самки. Удаление ВНО ослабляло это поведение, однако у мышей-мутантов оно не изменялось. Второй тест выявил, что выраженность агрессии самцов-мутантов по отношению к другим самцам также оставалась неизменной.

Третий тест фокусировался на межсамцовом сексуальном поведении. Часто наблюдается, что социально неопытные самцы мыши проявляют сексуальное поведение по отношению к другим самцам. Это происходит до тех пор, пока они не станут более опытными и не научатся отличить самцов от самок. Социально неопытные самцы-мутанты, что удивительно, «осуществляют меньшее количество сближений» с другими самцами. Это навело ученых на мысль, что мутанты или лучше устанавливают половые различия без предшествующего опыта, или что их сексуальное влечение в целом ослаблено.

Четвертый поведенческий тест анализировал сексуальное поведение самцов по отношению к самкам, которое также зависит от функционирующего ВНО. По сравнению с нормальными самцами, самцы-мутанты имели тенденцию реже предпринимать попытки к совокуплению с самками, и чем больше они «подвергались воздействию последних», тем реже были эти попытки.

Когда нервные клетки ВНО мышей-мутантов были подвергнуты воздействию феромонов мыши, исследователи обнаружили, что некоторые феромоны больше не вызывают физиологических ответов этих клеток. Другие феромоны, однако, все же стимулировали их, что указывало на специфический характер хемосенсорного дефицита. В связи с этим авторы предложили новый термин для обозначения данного селективного дефицита – *«специфическая авносмия»* (“*a specific avnosmia*”), аналогичный термину специфическая аносмия (a specific anosmia), означающему, как известно, невосприимчивость к определенным обычным запахам/ароматам (odorants), о которой у мышей и людей часто

сообщали в течение прошлых десятилетий. Del Punta отмечает, что в своих исследованиях она и ее коллеги фиксировали нарушение нормального обнаружения феромонов и поведенческие расстройства, обусловленные специфической авносмией.

Авторы представляемой статьи отмечают, что вопрос о наличии функционирующего ВНО у людей является спорным. По их мнению, роль феромонов в человеческом поведении также не была ясно определена. Команда Mombaerts показала ранее, что человеческий геном «предоставляет кров» 5-ти предполагаемым генам рецепторов феромонов, которые могли бы быть функционирующими. Геном же мыши включает, по крайней мере, 140 рецепторных генов этого типа, а мутантная деформация, описанная в характеризуемой статье, обнаруживает отсутствие 16 из них. Проведенная работа, заключает Mombaerts, будет стимулировать исследования функциональных характеристик аналогов этих генов у человека [25].

Таким образом, как свидетельствуют приведенные выше сведения, феромоны оказывают существенное влияние на сексуальное поведение животных и их генеративную функцию.

Список литературы

1. Аромат твоих бактерий // <http://aromagia.ru/index.html?page=980586185>
2. Вилли К. (Villev C.A.) Биология: Пер. с англ. – М.: МИР, 1968. – 808 с.
3. Гладкова А.И. Роль женского гормонального статуса в стимуляции мужского полового поведения // Медико-психологические аспекты брака и семьи: Тезисы докладов областной научно-практической конференции сексопатологов (17 мая 1985). – Харьков, 1985. – С. 3–4.
4. Кочарян Г.С. Половые феромоны человека (новейшая сексология). – Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2005. – 270 с.
5. Лобанов А.Л., 2001. Феромоны // <http://www.zin.ru/animalia/Coleoptera/rus/biol414.htm>
6. Новости. 26 ноября 2002 г. // <http://www.solvay-pharma.ru/doctors/new.asp?id=7091>
7. Albone E.S. Mammalian Semiochemistry: The Investigation of Chemical Signals Between Mammals. – New York: Wiley, 1984. – P. 2–5.
8. Beach F., Merari A. Coital behavior in dogs. V. Effects estrogen and progesterone on mating and other forms of social behavior in the bitch // Journal of Comparative and Physiological Psychology Monograph. – 1970. – 70 (1), Part 2. – P. 1–22.
9. Ben-Ari E.T. Pheromones: What's in a name? // Bioscience. – 1998. – Vol. 48, Issue 7. – P. 505–511.
10. Bruce H.M. Pheromones and behavior in mice // Act Neurological Belgica. – 1969. – 69 (7). – P. 529–538.
11. Cohn B.A. In search of human skin pheromones // Arch. Dermatol. – 1994. – 130 (8). – P. 1048–1051.
12. Del Punta K., Leinders-Zufall T., Rodriguez I., Jukam D., Wysocki Ch.J., Ogawa S., Zufall F., Mombaerts P. Deficient pheromone responses in mice lacking a cluster of vomeronasal receptor genes // Nature. – 2002, Vol. 419, N 6902. – P. 70–74.

13. Fumigants & Pheromones. – Winter 2003, Issue 66. A Newsletter for the Insect Control & Pest Management Industry History of Pheromones. – Part 1. History of Pheromones. By David K. Mueller, BCE // <http://www.insectslimited.com/66%20History%20of%20Pheromones%20Article.htm>
14. Herbert J. The effect of estrogen applied directly to the genitalia upon the sexual attractiveness of the female rhesus monkey // Excerpta Medical International Congress Series. – 1966. – 3. – P. 212.
15. Jacob S., McClintock M.K. Psychological state and mood effects of steroidal chemosignals in women and men // Horm. Behav. – 2000. – 37 (1). – P. 57–78.
16. Johnston R.E. Chemical signals and reproductive behavior // Vandenberg J.G. (ed.). Pheromones and Reproduction in Mammals. – New York: Academic Press, 1983. – P. 27–31.
17. Kohl J.V., Francoeur R.T. The Scent of Eros. – San Jose; New York; Lincoln; Shanghai: Authors Choice Press, 2002 – 306 p.
18. LeMagnen J. Les Pheromones olfactosexuels chez le rat blanc // Archives des Sciences Physiologiques. – 1952. – 6. – P. 295–332.
19. Li W., Scott A.P., Siefkes M.J., Yan H., Liu Q., Yun S.S., Gage D.A. Bile Acid secreted by male sea lamprey that acts as a sex pheromone // Science. – 2002. – Vol. 296, Issue 5565. – P. 138–141.
20. Lombardi J.R., Vandenberg J.G. Pheromonally induced sexual maturation in females: regulation by the social environment of the male // Science. – 1977. – 196 (4289). – P. 545–546.
21. Lundmark C. BETTER COMMUNICATING THROUGH CHEMISTRY // Bioscience. – 2001. – Vol. 51, Issue 9. – P. 800.
22. Michael R.P., Keverne E.B. Pheromones in the communication of sexual status in primates // Nature. – 1968. – 218 (143). – P. 746–749.
23. Park D., Propper C.R. Repellent function of male pheromones in the red-spotted newt // J. Exp. Zool. – 2001. – 289 (6). – P. 404–408.
24. Preti G., Wysocki C.J., Barnhart K.T., Sondheimer S.J., Leyden J.J. Male axillary extracts contain pheromones that affect pulsatile secretion of luteinizing hormone and mood in women recipients // Biol. Reprod. – 2003. – 68 (6). – P. 2107–2113.
25. Rockefeller researchers provide the first functional evidence for mammalian pheromone receptors // http://www.eurekalert.org/pub_releases/2002-09/ru-rrp090302.php
26. Signoret J.P. Sexual pheromones in the domestic sheep: importance and limits in the regulation of reproductive physiology // J. Steroid Biochem. Mol. Biol. – 1991. – 39 (4B). – P. 639–645.
27. The Pheromone Revolution. By John Morgenthaler. Chemical Attractants and Their Effects on Sex, Confidence and Human Health // <http://www.smart-publications.com/articles/article-106-pheromone-revolution.html>

SEXUAL PHEROMONES OF ANIMALS AND THEIR BEHAVIOUR: INTRODUCTION INTO THE PROBLEM «HUMAN SEXUAL PHEROMONES»

KOCHARYAN G.S.

Terms and basic notions on pheromones are submitted. The problem of influences of animals' sexual pheromones on their sexual behaviour and reproduction is discussed.

Библиографическая справка о статье: Кочарян Г. С. Половые феромоны человека: введение в проблему // Сексология и сексопатология. – 2006. – №2. – С. 3–8.