Лекция№ Феромоны и их практическое значение

План лекции

1.История изучения феромонов

2.Классификация феромонов*.*

3.Феромоны насекомых.

4.Феромоны млекопитающих.

4*.*Практическое использование феромонов.

Огромное значение химической коммуникации в биологических системах в настоящее время общепризнано. Летучие соединения, используемые для коммуникации в пределах вида, называются феромонами, а для коммуникации между различными видами - алломонами. **Феромо́ны** ([др.-греч.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA)φέρω — несу + ὁρμάω — возбуждаю, побуждаю) — собирательное название [веществ](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) — продуктов внешней [секреции](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%86%D0%B8%D1%8F_%28%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%29), выделяемых некоторыми видами [животных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5) и обеспечивающих химическую коммуникацию между особями одного вида. Феромоны синтезируются и растениями. Феромоны — биологические [маркеры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%9D%D0%9A-%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B5%D1%80) собственного [вида](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%B8%D0%B4), летучие [хемосигналы](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A5%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB&action=edit&redlink=1), управляющие нейроэндокринными поведенческими реакциями, процессами развития, а также многими процессами, связанными с социальным поведением и размножением. Феромоны модифицируют [поведение](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), физиологическое и эмоциональное состояние или [метаболизм](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%BC) других особей того же вида. Как правило, феромоны продуцируются специализированными [железами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%B0).

**История изучения феромонов**

Всё началось с мотыльков, в XIX веке французский натуралист Жан-Анри Фабр обнаружил, что самка мотылька Saturnia pavonia может привлечь десятки самцов мотыльков в комнату, где она находится. Фабр предположил, что самка посылает самцам какие-то химические сигналы, которые человек не воспринимает.

 Большинство животных выделяют особые химические вещества — феромоны, привлекающие особей противоположного пола. Впервые реакция на феромонные химические сигналы была отмечена у мотыльков. Лишь в конце 50-х годов XX века группе немецких учёных под руководством Адольфа Бутенандта удалось экстрагировать секрет желёз самок бабочек шелкопряда (Bombyx mori), разобрать его на составные компоненты методом хроматографии и показать, что лишь на одно из полученных веществ самец реагирует так же, как на присутствие самки (трепетанием крыльев). Чтобы получить 6 граммов этого вещества, потребовалось 500 тысяч бабочек.

В 1959 году энтомологи Питер Карлсон и Мартин Лушер предложили называть феромонами (от греческого phero — несу и hormao — возбуждаю) вещества, которые животное какого-либо вида выделяет в окружающую среду и которые вызывают определённые поведенческие или нейроэндокринные реакции у другого животного того же вида. Термин прижился и стал весьма распространённым не только в научной, но и в популярной прессе.

Чтобы понять, что же такое феромоны, можно вспомнить о гормонах. Гормоны — это химические вещества, которые словно связывают в единое целое весь организм, обеспечивая быстрый обмен информацией между его частями. Ту же самую роль играют и феромоны, только их задача — связывать индивидуумов, принадлежащих к одному и тому же виду животных, в пары, семьи и сообщества. Изначально феромоны, по определению, считались видоспецифичными сигналами. Сейчас наблюдается тенденция к расширению взгляда на феромоны, и к их семейству нередко причисляют любые вещества, задействованные в „химическом" общении животных. Феромоны модифицируют поведение, физиологическое и эмоциональное состояние или метаболизм других особей того же вида. Как правило, феромоны продуцируются специализированными железами.

Первыми феромоны удалось обнаружить группе немецких исследователей, которые в 1956 году сумели выделить из желез самок шелкопряда вещество, привлекавшее самцов того же биологического вида. Полученное вещество было названо бомбикол — из-за латинского названия шелкопряда,Bombyxmori. ***Классификация феромонов.*** По своему воздействию феромоны делятся на два основных типа: релизеры и праймеры. Релизеры — тип феромонов, побуждающих особь к каким-либо немедленным действиям и используются для привлечения брачных партнёров, сигналов об опасности и побуждения других немедленных действий. Праймеры используются для формирования некоторого определённого поведения и влияния на развитие особей: например, специальный феромон, выделяемый пчелой-маткой. Это вещество подавляет половое развитие других пчёл-самок, превращая их в рабочих пчёл.

В качестве отдельных названий некоторых типов феромонов можно привести следующие:

**эпагоны** — половые аттрактанты;

**одмихнионы** — метки пути, указывающие дорогу к дому или к найденной добыче, метки на границах индивидуальной территории;

**торибоны** — феромоны страха и тревоги;

**гонофионы** — феромоны, индуцирующие смену пола;

**гамофионы** — феромоны полового созревания;

**этофионы** — феромоны поведения

Ввиду достаточно сложных поведенческих реакций феромоны позвоночных изучены слабо.

**Феромоны насекомых**

Феромоны используются [насекомыми](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D0%B5) для подачи самых разных [сигналов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB). Упомянутый выше бомбикол использовался самками [шелкопряда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B5%D0%BB%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B4) для поиска полового партнёра, однако на этом влияние феромонов на регулирование жизни насекомых не ограничивается.

*Следовые феромоны у насекомых*. Например, [муравьи](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%8C%D0%B8) используют феромоны для обозначения пройденного пути. По специальным меткам, оставляемым по дороге, муравей может найти дорогу обратно в [муравейник](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%BA). Химическая структура следовых феромонов может быть различной. Муравьи-листорезы, например, выра­батывают очень активное вещество – метиловый эфир 4-метилпиррол-2-карбоксилата. Это вещество муравьи воспринимают в концентрации 3,5-10 молекул на кубический сантиметр. Один из путей образования это­го соединения у муравьев – воздействие бактерий желудка на аминокислоту триптофан, содержащуюся в пище этих насекомых. Интересно, что для образова­ния пахучего следа вокруг земного шара этим насеко­мым достаточно всего 0,33 мг феромона. У другой группы шестиногих – тропических фарао­новых муравьев обнаружены следовые феромоны алка­лоидной природы, которые могут быть синтезированы насекомыми из компонентов растительной пищи. Что касается термитов, то они используют в качестве сле­довых пахучих веществ спирт-3-цис-6-транс-8-доде-катриенол, который также обнаружен в инфициро­ванной грибами древесине – пище термитов. Оказывается, что при помощи запахов муравьи не только указывают дорогу к пище, но и, регулируя количество выделяемого секрета, сообщают сородичам о количестве найденных запасов. Разведчики, возвра­щаясь в муравейник, оставляют след только в том случае, если их вылазка была успешной и есть чем полакомиться остальным «соплеменникам». А как же поступают муравьи, обитающие в раскаленных песках пустынь? И здесь «разумные» шестиногие приспосо­бились и нашли выход из положения. Поднимая брюшко кверху, они оставляют в воздухе пахучий след, который хорошо ощущают жители того же муравей­ника и безошибочно ориентируются по этому воздуш­ному указателю.

*Химический язык муравьев.* Чтобы ориентироваться в сложно организованной колонии, муравьям необходима довольно развитая система химического языка, которая сильно зависит от эволюционного уровня вида. Интересные наблюде­ния сделали энтомологи, изучив самый примитивный в мире вид муравьев – Номомермеций. Как оказалось, их кооперация очень ограниченна; муравьи этого вида охотятся в одиночку и не отмечают дорогу домой химическими веществами. Только рабочие особи этого вида указывают вход в муравейники при помощи фе­ромонов.



Интересно сравнить поведение этого примитивного вида с высокоорганизованными муравьями-ткачами. Внешне их трудно различить, но если, например, по­тревожить ползущего по стволу номомермеция, то его ответ будет пассивным: муравей или застынет на мес­те, или убежит. Но самое главное, что ни один из со­родичей не придет ему на помощь! Совсем другая картина наблюдается в случае с муравьем-ткачом, вла­деющим сложным языком запахов. Он не только ата­кует незваного пришельца, но при помощи феромонов через 5…10 сек призовет на помощь своих соплемен­ников. Используют в своей жизнедеятельности мура­вьи-ткачи и феромоны охоты. Если на территорию колонии вторгается какое-либо крупное насекомое, с которым одному рабочему муравью не справиться, последний выделяет короткоживущий химический сигнал, и на помощь устремляются его соплеменники. При помощи своего оружия – муравьиной кислоты они быстро поражают жертву.

Также, метки, делаемые при помощи феромонов, показывают муравейнику путь к найденной добыче. Отдельные запахи используются муравьями для подачи сигнала об опасности, что провоцирует у особей либо бегство, либо [агрессивность](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F_%28%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%29&action=edit&redlink=1).



**Рис. 1.Некоторые феромоны насекомых**: а-в - тутового шелкопряда (а - полная и б - сокращенная структурные формулы, в - краткая химическая формула); г - непарного шелкопряда, д - комнатной мухи, е - муравьев рода Acanthomyops (феромон тревоги) и безжальных пчел рода Trigona (следовой феромон), ж - соснового пилильщика, з - короедов (агрегационный феромон), и - основной компонент "царского вещества" медоносной пчелы. Зеленым цветом обозначены атомы углерода, синим - кислорода, желтым - водорода, двойные связи выделены красным.

Место синтеза и выделения феромонов необязательно приурочено к определенным железам, как у ручейников и чешуекрылых. Нередко компоненты феромонной смеси синтезируются в клетках жирового тела, заполняющего промежутки между внутренними органами, далее растворяются в гемолимфе (крови насекомых) и выводятся через покровы, как у пилильщиков. Наконец, у тараканов-прусаков Blatella germanica афродизиак 3,11-диметил-нонакозан-2-он содержится в восковом покрове на поверхности тела самки. Это вещество вызывает у самца таракана, прикоснувшегося усиками к самке, половое возбуждение и характерные позы с поднятыми крыльями, предшествующие спариванию. В большинстве случаев, однако, испаряющиеся феромоны диффундируют в воздухе и действуют на значительных расстояниях.

Для ответной реакции самцов достаточно наличия очень небольшого количества феромона в воздухе. Например, предельная действующая концентрация бомбикола в воздухе составляет всего 10-12 мкг/мл, а для возбуждения чувствительной рецепторной клетки на антенне достаточно всего одной молекулы. В чувствительных органах - хеморецепторных сенсиллах - при этом достигается предельный порог чувствительности. Рецепторы насекомых, таким образом, могут считать отдельные молекулы. В одной сенсилле, имеющей вид волоска или бугорка на поверхности усика, порой скрываются разные рецепторные нейроны, каждый из которых настроен на определенный тип химического вещества. Еще недавно считали, что есть нейроны-специалисты, реагирующие только на один тип молекул, и генералисты, предназначенные для восприятия широкого круга веществ за счет потери чувствительности. Исследования последнего времени выявили специализацию и тех нейронов, которые ранее относили к генералистам: оказалось, что при всей избирательности рецепторные клетки могут ошибочно реагировать на родственные молекулы, но с меньшей интенсивностью.

Почувствовав запах, самцы движутся против ветра в направлении источника феромонного сигнала, причем обычно насекомое совершает зигзаги, оценивая направление на самку. Насекомое ориентируется на ветер и возрастающую концентрацию феромона в воздухе. Ранее полагали, что количество феромона монотонно убывает по направлению от источника. Лишь в последнее время была выявлена сложная структура феромонных струй, возникающих в воздухе под действием турбулентности. Сложные вихри феромонной струи затрудняют поиск и обнаружение источника феромона, вынуждая самца проводить много времени в поисках самки. Особую проблему представляет обнаружение особей в условиях высоких численностей, когда множество призывающих самок вызывает перекрывание феромонных облаков и как результат - резкое снижение градиентов концентрации феромонов. Вероятно, в таких случаях насекомые могут использовать минорные компоненты феромонов в качестве ориентиров для поиска и опознавания самки.

Некоторые виды насекомых имеют очень сложную систему взаимодействия между полами, включающую разные типы стимулов. Так, у некоторых бабочек-медведиц (Arctiidae) самец подлетает к самке с вывернутыми пахучими железами, ориентируясь на запах ее феромона. Почувствовав химические сигналы самца, самка реагирует взмахами крыльев и звуковыми сигналами. У вощинной огневки Galleriamellonella самцы и самки обмениваются ультразвуковыми сигналами-щелчками. Услышав звуки самки, самец выделяет феромон для ее точной наводки. А вот у некоторых бабочек-тонкопрядов (Hepialidae) самка привлекается к летающим в воздухе самцам, после чего оба насекомых падают на землю, и уже далее самец находит самку по ее запаху. Очень сложные коммуникационные системы выявлены у некоторых видов ручейников, где в дополнение к многокомпонентным феромонам, которыми обладают оба пола, имеются разнообразные вибрационные сигналы.

Особый тип феромонов*- вещества агрегации*. При роении и других видах агрегации вместе собираются особи одного пола, повинуясь как химическим, так и другим стимулам: визуальным, акустическим и т.п. При агрегации (роении) ручейников в воздухе ведущая роль принадлежит самцам, к которым прилетают самки. По богатству феромонных смесей у роящихся ручейников-гидропсихид самцы, имеющие до четырех активных компонентов в феромонной смеси, значительно опережают самок с единственным ольфакторно активным компонентом. Феромоны самок при этом выделяются в меньшем количестве, чем у самцов, а порой и вовсе отсутствуют.

*Жуки-короеды* особенно широко используют *агрегационное поведение*. Ведь для успешной атаки на дерево необходимо массовое заселение, способное ослабить растение-хозяина и дать возможность потомству развиваться при пониженном стволовом давлении. В противном случае огромные количества выделяющейся смолы залепляют ходы и убивают личинок. Короеды обычно используют смесь нескольких веществ-синергистов, взаимно усиливающих свое действие.

Все они родственны пахучим веществам смолы и относятся к группе терпенов и терпеноидов. Показано, что у отдельных видов короедов феромоны образуются в кишечнике из съеденной смолы хвойных под воздействием бактерий. Так, палочки Bacilluscereus в кишечнике жуков Ipsparaconfusus превращают a-пинен в вербенол. У примитивных короедов первыми на атакуемое дерево прилетают самки, а потом их находят самцы. У высших представителей данной группы, наоборот, гнезда закладывают самцы и ожидают самок. В обоих случаях первоначальное заселение дерева происходит одним из полов и представляет собой типичную агрегацию.

*Феромон тревоги*— летучее [химическое вещество](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE), выделяемое некоторыми разновидностями насекомых в случае нападения хищника, которое может послужить сигналом к немедленному перелёту (например, для [тли](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BB%D1%8F)) или агрессии (для [муравьёв](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D0%B9), [пчёл](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%B0), [шершней](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B5%D1%80%D1%88%D0%B5%D0%BD%D1%8C), [термитов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%8B) и т. п.) остальным членам тех же самых особей. Феромоны тревоги также существуют на растениях: некоторые растения испускают сигнальные феромоны когда оказывается чем-либо или кем-либо задетым, что приводит к выработке дубильного вещества — [танина](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BD) на соседних растениях. Эти танины делают растения менее аппетитными для травоядных.

*Феромон тревоги* также выделяется из кожи пораненных [рыб](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%8B%D0%B1%D0%B0). Попадая в воду при ранении рыбы, отпугивает от неё сородичей (но привлекает хищников). Чувствительность рыб к [феромону](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BD) тревоги чрезвычайно высока: уже при концентрации вещества 1·10−7 г/л особи своего и близких видов стремятся уйти в более безопасное место. Сильным отпугивающим свойством для мирных видов является запах [хищных рыб](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A5%D0%B8%D1%89%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%80%D1%8B%D0%B1%D1%8B&action=edit&redlink=1). Например, [карпы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BF) чутко реагируют на воду, в которой некоторое время находились [сом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BC), [щука](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A9%D1%83%D0%BA%D0%B0) или [ротан](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BD).

**Феромоны млекопитающих**

Хотя феромоны обнаружены у самых различных представителей животного мира, большая часть наших сведений об этих соединениях получена на основании опытов с насекомыми.

У животных власть феромонов очень сильна, так как в их поведении находятся реакции, обеспечивающие выживание вида: воспроизведение, забота о потомстве, единство и взаимодействие группы. В частности, самцам и самкам всех животных, размножающихся половым путём, именно феромоны позволяют находить друг друга и вступать в сексуальный контакт. Насколько хорошо действует химическая сигнализация, управляющая брачным поведением животных, можно убедиться, понаблюдав за поведением кобеля, который готов мчаться по „горячему следу любви", невзирая на все попытки хозяина удержать его. Однако получить такую же очевидную реакцию человека на какой-либо запах не удалось ни одному экспериментатору.

Скорее всего, трудности в исследовании феромонов человека вызваны тем, что на всём протяжении развития человеческих сообществ делалось всё возможное, чтобы подавить инстинктивные реакции людей на запахи. Согласитесь, что от любви и так много неприятностей, когда она возникает не там, где ей положено, связывая людей, которые не должны были быть вместе. Так что позволять запахам включать необоримые страсти нельзя ни в коем случае, хотя очевидно, что время от времени это всё-таки происходит. Кроме того, реакция человека на запах зависит от того, какие воспоминания этот запах вызывает и насколько силён контроль сознания над инстинктивными реакциями, что окончательно запутывает исследователей, пытающихся анализировать результаты экспериментов. Поэтому не стоит удивляться, что науке пока больше известно о феромонах насекомых, рептилий и млекопитающих, нежели о феромонах человека. И всё же, комбинируя знания, полученные в ходе исследования поведения животных, с уже известными фактами о влиянии запахов на человека, можно придти к интересным заключениям.

Один из наиболее хорошо изученных феромонов млекопитающих — андростенон, метаболит мужского полового гормона тестостерона. Даже новорожденный младенец с первых часов жизни реагирует на пахучие вещества, а на 7–8-м месяце жизни у него формируются условные рефлексы на «приятные» и «неприятные» запахи.
Человек способен воспринимать более 10 000 запахов. Некоторые из них могут возбудить или отбить аппетит, изменить настроение и желания, повысить или понизить работоспособность и даже заставить купить не очень нужную вещь. В выделениях потовых желез как мужчин, так и женщин, кроме других компонентов, присутствуют два пахучих стероида – андростенон (кетон) и андростенол (спирт). Впервые эти вещества были идентифицированы как компоненты полового феромона, содержащегося в слюне хряка. Андростенон обладает сильным специфическим запахом, для многих людей сходным с запахом мочи. Запах андростенола воспринимается как мускусный или сандаловый. Содержание андростенона и андростенола, в мужском подмышечном поте, гораздо выше, чем в женском. Исследования показали, что запах андростенона может воздействовать на физиологическое и эмоциональное состояние людей, в частности подавлять описанный выше эффект синхронизации половых циклов у женщин, проживающих в одном помещении. В некоторых ситуациях слабый запах андростенона создает у женщин комфортное состояние «защищенности», а у мужчин, наоборот, вызывает дискомфорт и ассоциируется с соперничеством и агрессией. Почему хряков кастрируют? Виной тому вещество, выделенное из их семенников в сороковых годах двадцатого века – андростенон, ответственный за неприятный вкус и запах мяса, который чувствуют женщины и процентов 10 мужчин.

|  |
| --- |
|  |

А вот у дам свинок учуявших этот запах он вызывает «позу замирания». Да и вообще, свинкам он очень нравится. Именно поэтому из самок свиней получаются отличные искательницы трюфелей.

|  |
| --- |
|  |

Трюфеля выделяет похожий по составу запах. Одна испытательница, которой давали нюхать концентрированный состав, описывала его как «будто вас хватают сильной рукой за волосы, суют в таз с фекалиями, простите, оно лезет вам в глаза, в рот и в нос и оказывается сладким». В целом же женщины сходятся на том, что запах весьма и весьма неприятный. Но, тем не менее, американские ученые провели несложный опыт, в стоматологическом кабинете с двумя рабочими креслами, одно кресло обрабатывала андростеноном, а второе оставляли чистым. После этого предлагали участницам эксперимента выбрать кресло, которое им больше нравится. Как ни странно, более 80 процентов женщин стабильно выбирали именно обработанное кресло.

Например, андростенол и андростенон, могут образовываться из мужского полового гормона тестостерона.

|  |
| --- |
|  |

Андростенон содержится в моче и слюне кабанов (боровов), а также... в моче и поте мужчин. На роль человеческих феромонов претендуют некоторые производные стероидных гормонов.

И между тем случайность ли, что потовые (точнее, особая разновидность потовых желёз, апокриновые железы) и сальные железы кожи человека обильно выделяют различные метаболиты тестостерона, родственные андростенону? И случайность ли, что наиболее активно сальные и апокриновые железы начинают работать в пору полового созревания, когда человеку по сценарию, составленному природой, надо начинать подыскивать себе партнёра, а также во время сексуального возбуждения и эмоционального подъёма? И как объяснить, что в поте мужчин андростенола (вещества, похожего на андростенон) содержится в 50 раз больше, чем в поте женщин.

Сейчас учёные „подозревают" в причастности к феромонам ряд веществ, получающихся при бактериальном разложении тестостерона и других половых гормонов. Однако никто пока не знает, какое вещество является „самым главным" феромоном любви и реагирует ли человек на отдельные вещества или на совокупность определённых веществ. Тем не менее андростенон, андростенол и родственные им вещества уже входят в состав коммерческих препаратов на основе „химически чистых феромонов человека".

Другая группа феромонов млекопитающих, которую также исследовали достаточно подробно, — феромоны материнской любви. Здесь наиболее интересные эксперименты были проведены на крольчихах.

Взаимоотношения крольчихи с её детенышами можно назвать деловыми — всего 5-7 минут в день тратит она на кормление новорождённых, а на всё оставшееся время суток бросает их на произвол судьбы.

В молоке крольчихи содержится низкомолекулярное вещество 2-метилбут-2-еналь (2МВ2). Именно оно служит феромоном, который помогает новорождённым крольчатам отыскать сосок матери-крольчихи.

Чтобы выжить, новорождённым приходится быть расторопными — нужно сразу понять, где находится источник пищи, и успеть к „раздаче", прежде чем более сильные братья и сестры займут все лучшие места. В этом нелёгком деле крольчатам помогают феромоны.

Исследователи, решившие разобраться в поведении крольчат, проявили немалую изобретательность, планируя эксперимент. Во-первых, они проанализировали молоко крольчихи с помощью газовой хроматографии. Далее цельное молоко и его ингредиенты были предложены новорождённым крольчатам для обнюхивания. Учуяв запах молока, крольчата поворачивали головы и делали попытки схватить образец ртом. И точно такую же реакцию вызывало вещество 2-метилбут-2-еналь (2МВ2). Это вещество и стало кандидатом на роль искомого феромона.

Чтобы доказать, что 2МВ2 пробуждает инстинктивные реакции (поиск соска и сосание), крольчат отняли у матери сразу после рождения, до того как она успела облизать их и предложить им молоко. Таким образом, исследователи исключили возможность запоминания новорождёнными запаха сосков. И даже в этом случае крольчата автоматически поворачивали головы и хватали стеклянную палочку, смазанную либо молоком, либо 2МВ2.

Открытие копулинов, феромонов вагинального секрета самок, стало сенсацией. Во-первых, обнаружены они не у мотыльков или кроликов, а у макак-резусов, отдалённых родственников человека. Во-вторых, учёным удалось выделить копулины в чистом виде (ими оказались некоторые короткоцепочечные органические кислоты) и выяснить, что похожие вещества содержатся и в вагинальном секрете женщин. Было также показано, что один лишь запах копулинов приводит самца макаки в неописуемое возбуждение. Весьма скоро появились первые духи, содержащие копулины, которым, разумеется, была приписана волшебная сила. Увы, надежды на копулины, как и на другие человеческие феромоны, не оправдались. Все реакции, полученные в экспериментах на людях, были далеки от взрыва страсти, наблюдаемого у макак, и их можно было объяснить эффектом плацебо. А двойное слепое исследование (то, в котором ни экспериментатор, ни испытуемые не знали, используют ли они плацебо или копулины) показало, что копулины никак не влияют на людей.

Некоторые запахи могут путешествовать на весьма далёкие расстояния, но так бывает не всегда. Чем тяжелее молекулы, тем они менее летучи и тем короче должна быть дистанция между источником запаха и „приёмником". Казалось бы, чем дальше распространяются феромоны, тем лучше, однако это не так. Если они будут действовать на значительном расстоянии от тела, это создаст какофонию сигналов, из которой будет весьма сложно извлечь какую-либо полезную информацию. Поэтому, скорее всего, феромоны человека — близко действующие. В животном мире знакомство обычно начинается с обнюхивания.

Обычно говорят, что феромоны не имеют запаха (именно поэтому в их существование так трудно поверить). Чтобы развеять этот миф, нужно сказать пару слов о том, как работает обонятельная система.

Если не вдаваться в подробности, то обонятельный рецептор представляет собой нервную клетку, один конец которой (дендрит) выходит в носовую полость, а другой (аксон) следует прямиком в мозг. Так что обонятельный нерв — это не что иное, как сплетённые вместе нервные волокна, идущие от отдельных рецепторов. Информация, полученная от торчащих наружу нервных окончаний, попадает в кору головного мозга, а также в часть мозга, которая заведует неосознанными реакциями, инстинктами, желаниями и страстями, — лимбическую систему. Лишь те импульсы, которые дошли до коры, мы воспринимаем как запахи, а всё происходящее в лимбической системе остаётся для нас сокрытым.

В то, что у человека есть инстинкты, подсознание и вообще та часть мозга, над которой мы не имеем власти, верят все. Осталось поверить в то, что летучие молекулы, оседающие в наших носах, способны произвести в мозге заметные потрясения.

Итак, имеются ли у нас доказательства, что вдыхаемые запахи могут воздействовать на подсознание, или, выражаясь точнее, на лимбическую систему? Да, такие доказательства есть. Причём речь идёт не только о феромонах. В 2002 году методом вживлённых в человеческий мозг электродов (существует такая диагностическая процедура) было показано, что при вдыхании пахучих веществ происходит активизация определённых отделов лимбической системы. По словам учёных, наблюдаемые реакции нельзя было объяснить всего лишь регистрацией и анализом запахов, они слишком сложные. Сейчас считают, что способностью взаимодействовать с лимбической системой обладают практически все запахи — информация от рецепторов каждый раз идёт как в кору, так и в различные отделы лимбической системы. Таким образом, феромоны не пахнут лишь в бытовом смысле этого слова. На самом деле они реагируют с рецепторами и посылают в мозг сигналы, которые легко считываются подкоркой.

Впечатляющее исследование, подтверждающее способность запахов производить заметные изменения в организме, было проведено американским физиологом Мартой Мак-Клинток в 1998 году. Ей удалось показать, что запах подмышечных выделений одних женщин может влиять на продолжительность менструального цикла других женщин (возможно, читатель уже проникся сочувствием к участницам этого эксперимента, но, по заверению исследователей, используемые в эксперименте образцы пота не имели ощутимого запаха). Позже появились данные, что и мужские запахи влияют на менструальные циклы и время наступления овуляции у женщин.

Вомероназальный орган (ВНО), воспринимающий химические сигналы, хорошо развит у рептилий и большинства млекопитающих.

*Феромоны и афродизиаки отличаются в следующем.*

Во-первых, феромоны в истинном смысле этого слова, это особая смесь ароматов, которую вырабатывают специальные железы, расположенные подмышками, вокруг сосков, на голове, вокруг глаз и «интимных» местах. Эти запахи индивидуальны.

Во-вторых - это искусственно синтезированные «феромоны». По сравнению с естественными феромонами, они гораздо примитивнее и проще. Так что их правильнее называть «псевдо-феромонами». Именно они предлагаются нам через рекламу.

Афродизиаки, это особые натуральные ароматические масла, действующие на сексуальную сферу*.* Само название афродизиаки происходит от имени богини любви - Афродиты. Запахов-афродизиаков известно достаточно много. Каждое эфирное масло действует по-разному. Одно пробуждает нежность, другое воспламеняет чувства. Они расширяют диапазон чувств и эмоций, способствуют формированию более тонких переживаний, тех неописуемых, ярких ощущений, которые составляют чувственную тайну интимного общения. В состав эфирных масел входят такие компоненты, которые можно назвать растительными феромонами. Эти компоненты являются неотъемлемой частью ароматической композиции каждого масла-афродизиака.

Именно поэтому натуральный растительный феромон не может нанести вред здоровью.

***Практическое использование феромонов*.** Ученые стали изучать феромоны совсем недавно. Всего их было открыто 20, и большинство из них к сексуальным ароматам никакого отношения не имеют. Со временем «привораживающие» стали использовать в парфюмерии. А остальные... соблюдая строжайшую конспирацию, изучают секретные службы. Ведь с помощью микроскопических доз пахучих молекул можно манипулировать сознанием и поведением человека.

Говорят, последние разработки связаны с воздействием феромонов на память и внушение. Если в секретных лабораториях расшифруют индивидуальный запах человека, то сильно облегчат жизнь следователям: преступника можно будет вычислить за считанные минуты по личному «отпечатку запахов».

 Феромоны в медицине могли бы использовать в лечении гормональных нарушений. Кстати, уже доказано, что запах мужского пота, насыщенного феромонами, не только улучшает настроение женщин, но и способен... менять уровень гормона, регулирующего репродуктивную функцию.

Они не загрязняют окружающую среду, безвредны для человека и животных и применяются в чрезвычайно малых количествах, чтобы их использование было экологически безопасным и экономически выгодным.

С помощью синтетических половых феромонов можно выявлять вредных насекомых гораздо раньше и точнее, чем при использовании других методов. Они позволяют осуществить надзор за плотностью популяций фитофагов и предсказать вспышки их размножения, определить оптимальные сроки химических или биологических обработок. Применение этих препаратов дает возможность значительно сократить объемы обработки инсектицидами и сохранить многие полезные виды насекомых.

Службе защиты растений поставляют комплекты феромонных ловушек, состоящие из ловушки, носителя феромона—капсулы (диспенсера), энтомологического невысыхающего клея и вкладыша, на который наносится клей. Диспенсер размещают на клеевой поверхности вкладыша или подвешивают под крышкой ловушки.

Сейчас в нашей стране для диагностики зараженности культурных растений используют более 20 видов половых феромонов и более 50 изучают и испытывают. Феромоны плодожорок (сливовой, яблонной, восточной) рекомендованы для применения в России, на Украине, в Закавказье и Молдове.

Кроме диагностических целей, феромоны ряда вредителей используют для снижения численности вредных объектов путем дезориентации самцов и создания самцового вакуума. В сельском хозяйстве используются также ловушки с феромонами, обработанные хемостерилянтами. Насекомые, привлеченные в ловушку, становятся неспособными к воспроизводству потомства, что снижает численность популяции. Кроме того, привлеченные феромонами самцы могут быть уничтожены при ленточных обработках инсектицидами с примесями феромонов.

Борьбу с вредителями необходимо провопить с учетом экономических порогов вредоносности (ЭПВ) —показателей численности вредителей.

Для Прибалтики, Белоруссии, севера Украины и средней полосы России рекомендованы следующие градации ЭПВ и защитные мероприятия. При обнаружении менее 10 бабочек плодожорки в среднем на 1 ловушку за неделю целесообразно применять профилактические меры, включая привлечение птиц, наложение ловчих поясов, подсев нектароносов; при наличии 10—30 бабочек кроме этих мероприятий провести выпуск

трихограммы и 1—2 опрыскивания микробо-препаратами; при наличии более 30 бабочек обработать зараженные культуры инсектицидами:

Профилактические мероприятия и биологический метод целесообразно применять на всей территории сада, инсектициды — только на участке с высокой численностью вредителей. Средний улов определяют не менее чем по трем ловушкам, размещаемым на каждом индивидуальном участке. Если улов на одном или нескольких деревьях высок, а на других существенно ниже ЭПВ, то можно прибегнуть к обработке химическими препаратами лишь этих деревьев, если они удалены от необрабатыпаемых более чем на 8—Юм.

Существует и другой метод применения феромонов, заключающийся в массовом отлове самцов феромонными ловушками и создании «самцового вакуума». В соответствии с разработанной моделью специальными ловушками у полигамных видов вредителей необходимо выловить около 80 % самцов. При низкой плотности популяции достаточно использовать около 30 ловушек на 1 га. Для уничтожения насекомых феромоны можно применять в ловушках различного типа или совместно с различными убивающими средствами.

Особенно целесообразен массовый отлов вредителей в индивидуальных садах, в которых инсектициды применять нежелательно.

 Литература

* + *1.Райт Р.Х.* Наука о запахах. — Москва: Мир, 1966. — 223 с.
	+ *2.Новиков С. Н.*Феромоны и размножение млекопитающих. Л., 1988
	+ *3.Leman, E.R.* Pheromone transduction in the vomeronasal organ. Current Opinionin Neurobiology, 6, (1996) 487—493
	+ *4.Смит В., Бочков А., Кейпл Р.*[Органический синтез. Наука и искусство](http://books.google.com/books?id=EfNYAAAACAAJ&dq=isbn:5030033807&hl=uk). — Москва: Мир, 2001. — С. 21 - 26. — 573 с. — [ISBN 5-03-003380-7](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B0%D1%8F%3A%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3/5030033807)
	+ *5.Соколов В. Е.* (ред.) Химическая коммуникация млекопитающих. М.: Наука. 1986. 431 с.
	+ 6.Введение в биохимическую экологию. М.: Изд-во Московского ун-та. 1986. 176 с.