

The background of the cover is a black and white photograph of a white mug. Steam is rising from the mug, creating a complex, ethereal pattern of white and grey wisps that fills most of the frame. The lighting is dramatic, highlighting the texture of the steam and the rim of the mug.

Обоняние

УВЛЕКАТЕЛЬНОЕ ПОГРУЖЕНИЕ
В НАУКУ О ЗАПАХАХ

Паоло Пелоси

Паоло Пелоси

**Обоняние. Увлекательное
погружение в науку о запахах**

«Азбука-Аттикус»

2016

УДК 612.86 + 665.5
ББК 28.66 + 28.706 + 35.68

Пелоси П.

Обоняние. Увлекательное погружение в науку о запахах /
П. Пелоси — «Азбука-Аттикус», 2016

ISBN 978-5-389-19087-0

Почему одни запахи кажутся нам чудесными, а другие вызывают отвращение? Есть ли на свете запахи, которые всегда воспринимаются как хорошие или дурные всеми представителями нашего вида – независимо от культуры, прошлого опыта и физиологических различий? Можно ли создать молекулу с каким-то определенным ароматом? А составить ольфакторную карту?.. И кстати, какую роль играют запахи в жизни разных насекомых? Паоло Пелоси, профессор химии, изучающий обоняние, автор более 150 научных публикаций, ответит на все эти и многие другие вопросы, познакомит с новейшими достижениями науки о запахах и расскажет об удивительных механизмах обоняния, которыми эволюция наделила всевозможных живых существ – включая человека. «Мы часто не обращаем внимания на запахи и почти всегда их недооцениваем. Между тем они тайно влияют на наше настроение, определяют выбор и вообще делают жизнь куда более приятной. Наш нос непрерывно бомбардируют разнообразные молекулы, даже если мы ничего не нюхаем специально. Агрессивные запахи нас отталкивают и нередко спасают от потенциально опасных ситуаций, приятные кажутся неодолимо привлекательными, и зачастую все это происходит исподволь, так, что мы ничего не осознаем. Ароматы вызывают эмоции и внезапно возвращают к жизни воспоминания, давно спрятанные в глубинах памяти» (Паоло Пелоси). В формате PDF А4 сохранён издательский дизайн.

УДК 612.86 + 665.5
ББК 28.66 + 28.706 + 35.68

ISBN 978-5-389-19087-0

© Пелоси П., 2016
© Азбука-Аттикус, 2016

Содержание

Предисловие	7
Часть I	10
1	10
Выживание и удовольствие	10
Парфюмерия, еда и окружающая среда	12
Запах и вкус	16
Аносмия – невосприимчивость к запахам	17
2	22
Молекулы переносят запахи	22
Конец ознакомительного фрагмента.	23

Паоло Пелоси
Обоняние. Увлекательное
погружение в науку о запахах

Paolo Pelosi

On the Scent: A journey through the science of smell

© Paolo Pelosi, 2016

© Осипов А.Г., перевод на русский язык, 2020

© Издание на русском языке. ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус», 2020

КоЛибри®

Предисловие

Пахучие вещества, одоранты, – это огромное и на удивление разнообразное семейство химических соединений. Каждое из них обладает неповторимой индивидуальностью. Каждое интересно и увлекательно, как и весь мир окружающих человека запахов. Сколько вкуса они придают нашей жизни!

В этой книге мы рассмотрим множество молекул – самых разных и далеких друг от друга по структуре и химическим свойствам. Но у них есть одна общая характеристика – летучесть. Благодаря этому свойству они проникают к нам в нос вместе с воздухом и запускают физиологическую реакцию, которую мы воспринимаем как запах.

Если химия не вызывает у вас особого интереса, давайте попробуем подойти к ней через обоняние. У каждого из нас в носу есть превосходная аналитическая лаборатория. Под воздействием молекул она выдает не громоздкие формулы и таблицы, а ощущения и эмоции – нежные и сладостные, как аромат цветов; аппетитные, как запах хлеба из печи; возбуждающие, как крепкий дух пряностей. Все аналитические выкладки, которые производит эта лаборатория, живые и яркие, потому что к ним сами собой привязываются образы и воспоминания. Попробуйте представить себе молекулы, от которых возникают такие волнующие переживания, и химия сразу покажется вам прекрасной!

Я – химик, и запахи интересовали меня всегда. Еще совсем молодым выпускником я поступил на сельскохозяйственный факультет Пизанского университета (Италия). Когда мой руководитель, Карло Галоппини, предложил заняться вкусовыми и ароматическими характеристиками пищевых продуктов, я немедленно ухватился за эту возможность. Не прошло и двух месяцев, как я оказался на другом конце света, в лаборатории Джона Эймура – одной из четырех лабораторий при Департаменте сельского хозяйства США (Беркли, Калифорния).

Еще тогда, в далеком 1974-м, Карло Галоппини понимал, как важно изучать обоняние и его практическую пользу для повышения качества пищевых продуктов. На всем протяжении своей научной карьеры Карло поддерживал мои исследования, и, даже когда он вышел на пенсию, мы остались хорошими друзьями. Последние несколько лет он вдохновлял меня писать эту книгу, которую, к сожалению, так и не увидел опубликованной: он умер в мае 2014-го.

Джон Эймур открыл мне целую область химии, изучающую связь между запахами и молекулярной структурой, задолго до того, как на мировую сцену вышла биохимия. Он был настоящим первопроходцем науки об обонянии, и благодаря его энтузиазму мне хватило мужества пуститься в плавание по этим неизведанным водам. Джон Эймур первым предположил, что запах непосредственно связан с химической структурой вещества. Позднее эта теория получила обширное экспериментальное подтверждение и легла в основу биохимии как самостоятельной дисциплины [1]. К сожалению, Джон безвременно покинул нас в 1998 году, успев все же стать свидетелем революции в той области знаний, первооткрывателем которой фактически стал.

Когда я читал студентам лекции по пищевым продуктам и выступал перед более широкой аудиторией в самых разных обстоятельствах, меня всегда поражало, какой живой интерес вызывала у слушателей тема запахов и обоняния. Они буквально засыпали меня вопросами, свидетельствующими о самом широком спектре интересов. Людям явно было любопытно, они хотели знаний – в той области, где нам до сих пор непросто перевести свой повседневный опыт на научный язык.

Мы часто не обращаем внимания на запахи и почти всегда их недооцениваем. Между тем они тайно влияют на наше настроение, определяют выбор и вообще делают жизнь куда более приятной. Наш нос непрерывно бомбардируют разнообразные молекулы, даже если мы ничего не нюхаем специально. Агрессивные запахи нас отталкивают и нередко спасают от

потенциально опасных ситуаций, приятные кажутся неодолимо привлекательными, и зачастую все это происходит исподволь, так, что мы ничего не осознаем. Ароматы вызывают эмоции и внезапно возвращают к жизни воспоминания, давно спрятанные в глубинах памяти.

Для человека запахи очень важны, а для большинства животных, от насекомых до млекопитающих, – и еще того более.

Тем не менее до самого недавнего времени наука об обонянии не пользовалась особой популярностью. Во второй половине 70-х, когда я отправился в свое многолетнее путешествие в страну запахов и белков, эти земли было не найти ни на одной карте. Если кто и занимался наукой о запахах, то разве что в психофизическом или электрофизиологическом ключе. Но сегодня это одна из самых активно развивающихся отраслей нейробиологии.

Изучая обоняние, ученые наткнулись еще на один неожиданный клад. Обонятельный эпителий, в котором окончания ольфакторных нейронов соприкасаются с внешней средой, то есть, попросту говоря, такое продолжение мозга у нас в носу, которое входит в контакт с окружающим миром, – содержит очень примитивные стволовые клетки широчайшего спектра действия, и с недавнего времени ими стали пользоваться для клонирования мышей. Еще в начале 80-х годов XX века Паскуале Грациадеи и Ариэлла Монти-Грациадеи, пара ученых-итальянцев, работавших во Флориде, наглядно показали, насколько легко регенерируют ольфакторные нейроны и насколько пластична наша обонятельная система [2]. Именно по этой причине ею в последнее время заинтересовались ученые, занимающиеся нейронной дифференциацией и регенерацией, а также стволовыми клетками и способами их применения для лечения дегенеративных заболеваний.

Однако, несмотря на все эти любопытные соображения, обоняние оставалось невероятно сложным, что и мешало науке приступить к его изучению вплотную. Для сравнения: элементарные коды, лежащие в основе зрения и вкуса, были разгаданы еще в древние времена – на материале столь же элементарных эмпирических наблюдений. Комплексный характер обоняния вызывал серьезные трудности с анализом и воспроизведением запахов: способы, которыми мы пользуемся для зрительных и слуховых ощущений, оказались к нему неприменимы. Трудности эти во многом до сих пор не разрешены.

Начиная с середины 70-х, когда я только начал изучать обоняние всерьез, мне повезло стать свидетелем значительного прогресса в этой области – от путаных и спорных первоначальных теорий до новейших достижений молекулярной биологии. За это время фокус научных исследований сместился от психологии и психофизики в сторону подробного структурного анализа белков и других молекул, отвечающих за восприятие запахов, а совсем недавно перед нами встали такие интереснейшие вопросы, как обработка обонятельных сигналов мозгом, их связь с воспоминаниями и способность запахов вызывать к жизни прошлые переживания и стимулировать яркие эмоции.

Кроме того, изучая обоняние, мы обрели поистине магическую способность понимать язык, на котором общаются между собой другие биологические виды. К примеру, насекомые во всем своем потрясающем разнообразии сумели в ходе эволюции выработать изоощреные и точные способы обмениваться важными сообщениями. Как в свое время отмечал этолог Конрад Лоренц [3], научиться понимать эти сигналы все равно что надеть мифическое кольцо царя Соломона¹.

Впрочем, все накопленные знания ничуть не ослабили волнующего чувства, что впереди нас ждет необычайное приключение. Лично для меня эта работа оказалась исключительно интересной и благодарной. И я давно уже мечтал поделиться выпавшими мне на долю открытиями со всеми, кто разделяет мою страсть к увлекательному и все еще загадочному миру запахов.

¹ Перстень царя Соломона, согласно легенде, помогал понимать язык зверей и птиц. – *Прим. ред.*

В заключение скажу пару слов о некоторых используемых в книге терминах. В разговорной речи слово «запах» (*odour*) часто имеет слегка негативную окраску и относится не к самым приятным явлениям изучаемого спектра – таким как запах немытого тела или несвежей пищи. В научном контексте оно совершенно нейтрально и может с таким же успехом относиться и к чему-то приятному. Аромат (*aroma*) и вкус (*flavour*) – совершенно корректные научные термины для описания сложного комплекса физических ощущений, сопровождающих потребление пищи; в них сочетаются разнообразные обонятельные и вкусовые нюансы, но подразумеваются также и характеристики, связанные с текстурой, температурой и прочими модальностями восприятия².

² В русском языке слово «запах» носит скорее нейтральный характер, а слово «аромат» – одобрительный, положительный. Английское слово *odour*, в свою очередь, неэквивалентно русскому «вонь» и в архаических текстах часто переводится как «благоухание», а *flavour* может означать и запах, и вкус, и смешение обонятельных и вкусовых характеристик. – Прим. перев.

Часть I

Запахи и молекулы

1

Молекулы в воздухе

Запахи в нашей повседневной жизни

Выживание и удовольствие

Человечество со временем теряет восприимчивость к запахам... Правда ли это? Или, наоборот, мы только начинаем заново открывать их для себя и ценить это новое измерение реальности – пусть даже и бессознательно? Да и вообще, *нужно* ли нам обоняние?

Разумеется, мы прекрасно можем прожить и без него. Некоторые люди просто от рождения не способны воспринимать запахи, а некоторые лишаются обоняния в результате травмы или острого воспаления назальных пазух. Но это не влечет за собой никаких серьезных последствий. К тому же наука подтверждает, что наш биологический вид действительно начал постепенно утрачивать чувствительность к запахам. Причина в том, что способность воспринимать и правильно распознавать запахи больше не дает нам эволюционных преимуществ перед теми, у кого она сохранилась. Другими словами, индивидуумы, у которых обонятельная система дала сбой, не испытывают проблем с выживанием и размножением и, как следствие, могут беспрепятственно передавать свои ущербные в этом отношении гены потомству.

Но другим живым существам обоняние по-прежнему необходимо для выживания и размножения. Жизнь большинства биологических видов – от самых примитивных червей до высокоорганизованных млекопитающих, от насекомых до рыб – напрямую зависит от эффективности их обонятельной системы.

В этот перечень можно включить и более простые организмы – бактерии и одноклеточные, – если расширить понятие обоняния до хеморецепции, то есть способности регистрировать и воспринимать химический состав окружающей среды.

Нос как инструмент исследования окружающей среды

Представить себе мир с точки зрения собаки не так-то просто. У нас, людей, из пяти физических чувств главное место отведено зрению: именно оно предоставляет нам самую точную информацию о том, что происходит вокруг. Мы строим для себя зрительную карту и с ее помощью ориентируемся в пространстве, узнаём других людей и места и на основании полученных данных принимаем решения. Именно зрение, наряду со слухом, чаще всего стимулирует эмоции; наши воспоминания, сны и мечты носят преимущественно визуальный характер. Описывая какое-нибудь место, здание, улицу, событие, мы используем зрительные образы, так как они содержат больше всего информации.

А как обстоят дела у собаки? Попадая в новое место, она первым делом не оглядывается по сторонам, а нюхает. Ее внимание привлекают недоступные нам обонятельные послания, оставленные животными того же или другого вида в качестве маркеров территории, предупреждений об опасности или приглашений к размножению.

А вы бы смогли составить ольфакторную карту и с ее помощью ориентироваться в своем родном городе, как это делает собака?

Попробуйте закрыть глаза, заткнуть уши и сосредоточиться исключительно на обонянии. Увы, в нашем искусственном и стерильном мире получится собрать не так уж много данных. То ли дело Париж XVIII века, который Патрик Зюскинд так живо и непосредственно обрушил на нас с первой же страницы своего «Парфюмера» [1]! К несчастью, наши современные города напрочь лишены ароматической индивидуальности характера. Это вовсе не значит, что они стали чище: просто нам удалось ликвидировать всепроникающие запахи экскрементов и мусора (а вместе с ними – пекущегося хлеба, жарящегося мяса, овощей и фруктов) и заменить их не столь явными запахами выхлопных газов от грузовых и легковых машин. Они, конечно, тоже предупреждают, что наше здоровье в опасности, но делают это не так прямолинейно, как гниющие отбросы, а потому их проще игнорировать. Так пахнут все города нашего мира – с разной степенью интенсивности, но примерно одинаково.

Впрочем, даже сейчас на планете остаются укромные уголки, где цивилизация не прячет от человека запахи, порождаемые обычной повседневной жизнью, – где они все обогащают местную культуру. Представьте, что вы гуляете с закрытыми глазами по маленькому городку где-нибудь на юго-западе Китая. Вот перекресток, где женщина целый день торгует гирляндами из крупных цветков жасмина – какой у них волшебный аромат! Он так прекрасен и сложен, что ни один мастер-парфюмер до сих пор не смог достоверно его передать. Девушки любят носить эти гирлянды на шее как украшения. Еще пара шагов – и нас окутывает острый и чарующий запах бадьяна, постепенно смешивающийся с другими пряностями: кажется, мы оказались у входа на рынок. Внезапный дух жарящихся в масле пончиков как на аркане тянет нас к лотку госпожи Ван – от него просто слюнки текут! Стоит лето, и время от времени нас накрывает характерная вонь дуриана, тяжелая и неприятная, но в то же время могучая и странно занимательная, – она висит в жарком воздухе, как туман. Говорят, на вкус этот плод так же чудесен, как омерзителен – на запах. Выходим с рынка, и новое едкое зловоние свидетельствует, что где-то рядом – общественный туалет. Идем дальше... кажется, мы уже недалеко от дома господина Ли, того, что рядом со старой аптекой. Вы буквально видите ее носом: целебные травы и типичный фенольный запах антисептика.

Подобный ольфакторный опыт в нашем мире, увы, встречается все реже. Но, если внимательно относиться к тому, что готов сообщить нам нос, даже в таком современном мегаполисе, как Лондон, можно внезапно расслышать типичные запахи, не менявшиеся в течение многих лет: жареной рыбы из дешевой забегаловки, застарелой мочи из темной подворотни или дезинфектанта, которым раньше пахли все красные телефонные будки, – такую же неотъемлемую черту эпохи, как и они сами. А бывает, что, кружа по извилистым улочкам какой-нибудь прокаленной солнцем деревеньки в Южной Италии, среди беленых домиков на фоне лазурного неба, мы вдруг ловим вечное дуновение помидоров и орегано, медленно побулькивающих на огне в темной кухне, или местных овощей, тушащихся по традиционному рецепту.

Все эти ощущения вызывают сильные эмоции и мгновенно будят в памяти давно забытые приятные картины, но для обычной повседневной жизни они не важны.

Послания, доставляемые носом, однозначно менее надежны и значимы, чем ясные и подробные картинки и звуки. Но, с другой стороны, случаются ситуации, когда мы в большей степени полагаемся на ольфакторную информацию. Пробуя какой-нибудь редкий деликатес или желая оценить букет выдержанного вина, мы специально сосредоточиваемся на сигналах, получаемых носом, и даже подчас закрываем глаза, чтобы не отвлекаться на визуальные образы, – точно так же, как делаем это, слушая концерт и целиком отдаваясь музыке.

В подобных случаях ольфакторные сигналы (или звуковые, если речь идет о концерте) отбирают пальму первенства у визуальных. Как слабо на самом деле воздействуют на нас изображения еды и напитков – пусть даже самые реалистичные и красочные, – которыми бомбар-

дирует пользователей реклама, в сравнении с мимолетным, но таким пленительным ароматом свежее выпеченной сдобы, вдруг пойманым на улице! И какими скучными и даже подавляющими кажутся натуралистичные по цвету и деталям пластиковые муляжи суши и темпуры в витринах японских ресторанов!

И все же, сколько бы внимания мы ни уделяли запахам, выстроить на их основе ольфакторную карту окружающей среды у нас не получится. Мы – люди. А вот собаки, как и большинство прочих животных, носом *видят*. Для них опорные точки задают именно запахи, а не зрительные образы. Даже очень постаравшись, мы все равно не сумеем внятно представить, как собака воспринимает и изучает мир по обонятельным ориентирам. И вопрос здесь не в чувствительности, хотя по части ольфакторной восприимчивости наш вид занимает одно из последних в природе мест. Просто собаки и другие животные лучше нас умеют распознавать, отбирать и анализировать запахи.

Этот факт подтверждается тем, что у большинства представителей животного царства зона мозга, отвечающая за обработку обонятельных сигналов, гораздо обширнее, чем визуальная. У людей же мозг расставляет приоритеты между этими двумя чувствами ровно наоборот.

Сигналы секса, еды и опасности

Восприятие запахов обладает для большинства видов животных колоссальной важностью: ольфакторный опыт регулирует многие аспекты их жизни. Выживание индивидуальных особей и сохранение вида в целом зависят от полноценной работы ольфакторной системы. Именно при помощи обоняния животные отличают хорошую пищу от испорченной и выявляют токсичные вещества, присутствующие в потенциально съедобном корме. Способность почуять добычу жизненно важна для всех хищников не менее, чем для жертвы – способность почуять хищника, осознать его присутствие и вовремя спастись. Посредством запахов потенциальный партнер для спаривания заявляет о своем присутствии и доступности представителям того же вида. Во многих случаях само узнавание особи своего вида, пригодной для спаривания, основывается на обонятельных сигналах, более непосредственных и четких, чем визуальные, и потому позволяющих избежать безуспешных попыток спариться с особями другого вида. Так обстоят дела, например, у насекомых. К тому же у некоторых насекомых – например, у муравьев и медоносных пчел – сложный ольфакторный язык регулирует иерархические отношения в социуме и помогает распознавать особей из чужих социумов.

Итак, у большинства видов животных обоняние играет критически важную роль для выживания и размножения. Но у человека оно всего лишь делает жизнь проще и приятнее. Мы не общаемся друг с другом на языке запахов, хотя и воспринимаем окружающие ароматы как существенную часть общей картины мира. Именно обоняние помогает нам определять качество пищи, и это одна из важнейших задач, которую выполняет для нас нос.

На самом деле богатством и разнообразием вкусов наша еда обязана в основном запахам. Достаточно лишь немногим летучим молекулам проникнуть в нос и простимулировать рецепторы, чтобы человек почувствовал разницу между блюдом, которое приготовил хороший повар, и продуктом фастфуда, между зрелым вином и простым, столовым. Эти несколько молекул заставляют нас платить в ресторане больше денег и свидетельствуют, что гедонизм – это важно.

Парфюмерия, еда и окружающая среда

У нашего биологического вида ароматы всегда ассоциировались с удовольствиями.

Даже в древнейших цивилизациях, таких как древнеегипетская, можно найти следы ароматических субстанций, при помощи которых люди делали себя приятнее и привлекательнее

друг для друга и маскировали неприятные запахи (например, при подготовке трупов к погребению). Ароматические вещества использовали и для подношения богам. Само слово «парфюмерия» восходит к латинскому словосочетанию *per fumum* – «посредством дыма», а оно, в свою очередь, напрямую связано с воскурением ладана и ароматных трав в ходе религиозных ритуалов.

Обоняние не только добавляет «вкуса» и удовольствия нашей жизни, но и до самого недавнего времени помогало нам распознать подходящую пищу. Некоторые чрезвычайно отталкивающие запахи – например, смрад аминов и меркаптанов, обычно образующихся при распаде белков, – недвусмысленно заявляют, что в пище начался процесс разложения и есть ее небезопасно. Мы до сих пор инстинктивно нюхаем еду, которую готовимся съесть, чтобы понять, достаточно ли она свежая. Вдруг она слишком долго пролежала в холодильнике? Впрочем, в магазинах и ресторанах ее качество и безопасность обычно гарантирует цепочка тщательно контролируемых операций и точных тестов, что теоретически избавляет нас от необходимости производить назальный анализ самостоятельно.

В свою очередь, приятные запахи, появляющиеся в процессе готовки, давным-давно подали человечеству идею применять к еде ряд трансформационных процедур (таких как жарение, варка на пару, тушение и т. д.), благодаря которым она становится безопаснее и легче усваивается организмом. В частности, сильное нагревание уничтожает потенциально опасные микроорганизмы и устраняет различные факторы, препятствующие усвоению питательных веществ. Кроме того, готовка денатурирует белки и делает их более доступными для воздействия пищеварительных ферментов в желудочно-кишечном тракте. Эти ферменты (тоже относящиеся к числу белков) расщепляют белки съеденной пищи на составные элементы – аминокислоты, которые служат строительным материалом для новых белков, необходимых организму.

Белок можно представить себе как длинную цепочку связанных друг с другом аминокислот, которую скрутили в спираль – на первый взгляд, совершенно случайным образом.

Но в действительности структура спирали вовсе не случайна. Она определяется взаимодействиями между разными группами аминокислот и в конечном счете призвана обеспечить стабильность, компактность и уникальность. Нагревание разрушает эти связи, раскручивает спираль и открывает ранее скрытые участки разрушающему действию ферментов.

Можно себе представить любопытство и приятное удивление первых людей, очарованных ароматом жареного мяса, когда они обнаружили какую-нибудь газель или дикого кабана, застигнутого лесным пожаром! Вероятно, этот опыт подсказал им, что приготовленное мясо вкуснее и легче жуется, чем сырое, которым они питались прежде.

Некоторые ольфакторные ноты, особенно интенсивные и агрессивные, как вышеупомянутые амины, образующиеся при неправильном хранении пищевых продуктов, делают еду неприятной задолго до того, как она станет реально опасной для здоровья. Со временем люди открыли ряд способов замаскировать отталкивающий запах и улучшить органолептические свойства пищи. Амины – это основания, которые можно нейтрализовать с помощью кислот. В результате образуются соли, по природе своей нелетучие (вспомним обычную поваренную соль): они не могут добраться до носа и стимулировать обонятельную систему. Потому-то мы и подаем рыбу с лимоном, содержащим лимонную кислоту, а мясо готовим в вине, богатом винной кислотой, или маринуем в уксусе, основной компонент которого уксусная кислота. Добавление специй тоже маскирует неприятные запахи, неизбежно появлявшиеся у продуктов долгого хранения до того, как был изобретен холодильник.

Все эти способы работы с запахами ради повышения качества жизни были открыты в прошлом безо всякого понимания стоящих за ними химических процессов. Далеко не всегда такие интуитивные решения оказывались правильными, и некоторые традиционные представления о запахах сегодня выглядят наивными и суеверными. Так, еще в Средние века повсе-

местно считалось, что благовония обладают лечебными свойствами, и во время эпидемий чумы их повсеместно жгли не только для того, чтобы заглушить вонь разлагающихся трупов, но и в надежде остановить распространение болезни.

Только с утверждением химии как систематической дисциплины обоняние стало предметом научного изучения. Запахи переносятся молекулами, и, пока химия не научилась исследовать молекулы, пока у нее не появился адекватный задаче инструментарий, эта область чувственного опыта оставалась для нас таинственной и смутной. Только в начале XX века, на фоне бурного развития органической химии, ученые впервые обратили внимание на чарующие и загадочные свойства молекул, которые мы воспринимаем как запах.

С тех самых пор, как химики научились синтезировать новые молекулы, они инстинктивно нюхали плоды своих трудов. Даже сейчас эта привычка никуда не делась: так, повар, готовя блюдо, постоянно пробует и нюхает его, наблюдая, как вкус и запах с каждой минутой становятся сложнее, богаче. Ольфакторный анализ мы проводим в лаборатории первым делом. Даже когда химик посредством синтеза пытается воспроизвести аромат натурального вещества, именно обоняние в первую очередь помогает определить, в какой мере полученное в реакционной колбе вещество похоже на настоящий цветок или пряность.

Неудивительно, что химиков, работающих в области органики, прежде всего заинтересовали именно цветы, а первой задачей стало выделение и определение компонентов, ответственных за их приятный запах.

Стремление создавать ароматы в лаборатории, производить вещества с привлекательным запахом повлекло за собой настоящий промышленный бум. Если на первом этапе химики просто изучали запахи веществ, полученных экспериментальным путем, то следующим шагом стали уже целенаправленные проекты по воспроизведению конкретных запахов, существующих в природе.

У этой стратегии оказалось немало преимуществ, и прежде всего экономическое: синтезировать молекулы в лаборатории из недорогих нефтепродуктов обычно куда дешевле, чем экстрагировать и дистиллировать их из натуральных носителей. Только в очень немногих случаях эти компоненты до сих пор удобнее получать из эфирных масел растительного происхождения – а именно в тех, когда искомое вещество имеет слишком сложную структуру и с трудом поддается синтезу.

Еще один плюс этой стратегии – экологический. Споры нет, химическая промышленность сильно загрязняет окружающую среду, однако вредное воздействие мелких производств, занимающихся парфюмерией, пренебрежимо мало – и его можно дополнительно ограничить с помощью правильных процедур утилизации отходов. К тому же химическое изготовление ароматических веществ уже спасло от полного исчезновения не один вид растений и животных: хороший пример – сандаловое дерево.

Запах сандала высоко ценили еще в Древнем Египте и на Востоке, где произрастает это дерево. Ароматическое масло получают из ствола, и растение в результате погибает. Сандаловое дерево начинает испускать характерный запах только в возрасте 25–30 лет: нетрудно себе представить, как ограничен выход вещества и какой серьезный вред причиняют природе добытчики, когда валят очередное дерево.

Популяция животных тоже страдала. Некоторые представители животного царства, такие как кабарга, мускусная крыса и циветта, производят особый химический секрет, содержащий феромоны. Его ольфакторные свойства высоко ценятся в парфюмерии (это так называемые животные-мускусы), что стало причиной неограниченной охоты и уничтожения этих видов, оказавшихся в итоге на грани вымирания.

Парфюмерное творчество

К счастью, рост интереса к натуральным ароматическим веществам сопровождался и более активными исследованиями в области синтетической химии: ведь ее открытия можно было использовать в производстве парфюмерии. Целые поколения химиков синтезировали тысячи новых компонентов с единственной целью – изучить их запах. Ученые не просто хотели повторить природные молекулярные структуры в лабораторных условиях: компоненты некоторых натуральных ароматов слишком сложны, и воспроизводить их искусственным образом трудно да и дорого. Поэтому химики обратились к иной стратегии: тщательно изучить запах других молекул, в определенной степени сходных с искомыми натуральными соединениями, но более простых и дешевых в синтезе, а потому способных послужить заменой натуральным.

Правда, этот подход тоже не дал простых ответов – скорее, наоборот, заставил задаться основополагающими вопросами о том, как соотносятся между собой запах и молекулярная структура вещества. Так начались систематические исследования, в результате которых возникла целая новая отрасль – биохимия – и приподнялась завеса магии и тайны, окружавшая восприятие запахов. От расплывчатых и поэтичных метафор мы смогли наконец перейти к точным измерениям молекулярных параметров и заложили основательную базу знаний для создания новых ароматических веществ, обладающих подчас неожиданными и интересными свойствами. Парфюмерия как новая форма искусства получила новые выразительные средства и инструменты, значительно повысившие ее творческий потенциал.

Химия и гастрономия

Есть и еще одна область, в которой химия и искусство работают в тандеме и результаты их совместного труда украшают нашу жизнь. Эта область – гастрономия. На собственной кухне мы воочию наблюдаем сложнейшие химические реакции, дающие на выходе невероятно разнообразное летучие соединения, которые делают нашу пищу неповторимой и приятной на вкус. Эти реакции чрезвычайно чувствительны к колебаниям параметров: приходится точно регулировать температуру, влажность и время готовки, очередность добавки разных ингредиентов. Малейшее отклонение – и запах блюда изменится, так же как и вкус. С этой точки зрения кулинария тоже вполне достойна считаться формой искусства.

Только представьте себе, какого разнообразия вкусов можно добиться от мяса, картофеля, лука и прочих продуктов, готовя их при той или иной температуре и применяя технологии тушения, обжарки или запекания! Обратите внимание, как отличается вкус корочки на свежее выпеченной буханке от остального хлеба! А ведь все дело – в ряде летучих химических соединений, образующихся при так называемой реакции Майяра между крахмалом и белками.

Все это прекрасно применимо и к пищевой индустрии в целом, несмотря на высокую технологичность процесса. Простейшие примеры – ферментация сыра, созревание вина, изготовление фруктовых соков. Из одной и той же сырной массы, достаточно невыразительной по своим органолептическим свойствам, получают самые разные сорта сыра. Все их разнообразные и подчас очень интенсивные вкусы – результат деятельности бактерий или грибов, которые расщепляют молекулы жиров и производят короткоцепочечные кислоты – масляную, валериановую, каприновую, – обладающие выраженным сырным запахом. Реакции, которыми сопровождается ферментация и созревание вина, тоже дают на выходе всевозможные химические соединения: сложные эфиры обеспечивают напиток фруктовые ноты, дубовые бочки добавляют фенолов. Органолептические свойства готового продукта (от которых в значительной степени зависит его цена) зависят от тонкого баланса всех этих компонентов.

При соблюдении базовых требований к безопасности и питательной ценности пищи или напитка наш дальнейший выбор среди бесконечного ассортимента определяется в основном гедонистическими соображениями. Проще говоря, мы покупаем то, что нам больше нравится. В угоду своему химическому восприятию мы охотно соглашаемся на большую разницу в цене даже между продуктами, обладающими примерно одинаковой питательной ценностью. Потребительские запросы, в свою очередь, побуждают специалистов разрабатывать точные технологии оценки органолептических свойств пищи и проводить исследования в области молекулярных механизмов, стоящие за чувством вкуса. Например, винодельческая промышленность в какой-то момент стала использовать избранные штаммы дрожжей для ферментации плесени, так как выяснилось, что многими химическими реакциями, производящими ароматические соединения, управляют ферменты, которые выделяются клетками дрожжей. Вот вам пример: фермент под названием гликозидаза при взаимодействии с сахаром, содержащимся в винограде, высвобождает вещества с цветочным запахом. Этой стратегией растения часто пользуются для растворения гидрофобных субстанций. В результате, выбирая богатый гликозидазой штамм дрожжей, производители получают вино с более сильными цветочными нотами в букете.

В последнее время концепция качества запахов нашла применение и в работе с окружающей средой. Воздух, которым мы дышим, не просто должен быть свободен от токсичных веществ: мы хотим находиться в комфортном пространстве, где не пахнет ничем неприятным. При встрече с гадкими запахами мы испытываем отвращение, потому что на протяжении эволюции они ассоциировались у нас с опасными для здоровья химическими веществами. Даже в современном мире, когда в большинстве случаев подобной прямой связи нет, скверные запахи все равно влияют на качество нашей жизни.

Запах и вкус

Говоря об органолептических свойствах пищи, мы часто пользуемся термином «вкус», хотя на самом деле это комплексное ощущение, включающее и обонятельные элементы. Когда пища попадает в рот, на языке мгновенно пробуждаются вкусовые рецепторы; они-то и посылают в мозг сигналы, которые было бы правильно называть ощущением вкуса. Однако в то же самое время и благодаря тому же самому пережевыванию высвобождается и множество летучих компонентов; через отверстие в нёбе они добираются до обонятельной слизистой, расположенной в верхней части носа, и вступают в контакт с ольфакторными рецепторами.

Именно благодаря этим летучим химическим соединениям мы и воспринимаем все богатство и разнообразие пищевых запахов. При помощи слов «вкус» и «аромат» мы описываем сложный чувственный опыт, возникающий при смаковании пищи. Помимо обонятельных и вкусовых составляющих в них присутствуют еще и тактильные (таящая мягкость шоколада, хрусткость чипсов, рассыпчатость печенья), температурные и прочие. Именно запахи, попадающие в нос через нёбо, в основном и отвечают за разнообразие и вариативность нашего восприятия еды.

Но, конечно же, существуют и вкусовые ощущения, так сказать, в чистом виде – их мы получаем через язык, и они тоже участвуют в создании обонятельного портрета блюда. На этом этапе нам, пожалуй, придется прояснить разницу между вкусом и запахом через призму молекул, вызывающих те и другие ощущения, и соответствующих сенсорных систем.

С чисто анатомической точки зрения человек и другие млекопитающие воспринимают вкус языком, а запах – носом. Иначе говоря, вкусовыми мы называем те ощущения, которые дает нам язык, а обонятельными – те, что возникают в носу. Но для многих других биологических видов такое разделение будет некорректным. Например, раздвоенный и подвижный язык рептилий постоянно берет пробы воздуха и доносит окружающие запахи до органов хеморе-

цепции. Его регулярные движения эквивалентны ритмичному принюхиванию собаки, изучающей окружающее пространство и ориентирующейся по его ольфакторной карте.

Если перейти дальше, к насекомым, у них вообще не будет ни носов, ни языков. Зато у них есть крошечные сенсиллы – элементарные сенсоры, расположенные на антеннах, ротовых частях, ногах, а иногда даже на крыльях и прочих частях тела. Однако основным обонятельным органом и эквивалентом носа у них считаются все-таки антенны, рот и ноги в первую очередь отвечают за вкус. Так можем ли мы все-таки говорить о вкусе и обонянии у насекомых ввиду отсутствия носов и языков? Если говорить о химической природе стимулов, а не о конкретных органах восприятия, – безусловно, да.

Приняв это к сведению, будем называть одорантами химические вещества, переносимые воздухом к хемосенсиллам насекомых (и к носам человека и других наземных позвоночных). Вкус же определяется нелетучими и зачастую водорастворимыми компонентами, присутствующими в окружающей среде.

Таким образом, антенны насекомых, улавливающие молекулы газообразных веществ из окружающей среды, можно рассматривать как органы обоняния, а их ноги, реагирующие, например, на сахар и другие нелетучие вещества при физическом контакте (когда бабочка садится на цветок или комар – к нам на кожу), – как органы вкуса. Впрочем, строго говоря, это будет не столько вкус, сколько контактная хеморецепция.

Получается, что различие между обонянием и вкусом основывается скорее на природе химических стимуляторов, чем на анатомической структуре воспринимающих их органов. Такая формулировка выглядит и понятнее, и корректнее. Но если бы все было так просто! Природа всегда сложнее, чем наши схемы и определения, и всякий раз, как мы собираемся почтить на лаврах, думая, что вот наконец-то сумели свести все ее явления в стройную таблицу, нам попадается какой-нибудь упрямый и совершенно не поддающийся классификации пример.

В случае с рыбами и другими водными животными все химические вещества переносятся водой, а, значит, вышеизложенные определения вкусов и запахов теряют смысл. Зато у рыб снова есть и нос, и язык, и это дает нам возможность сослаться на анатомические органы, чтобы различать два этих способа химического восприятия.

Аносмия – невосприимчивость к запахам

Не так давно я уже говорил, что мы, люди, постепенно утрачиваем обоняние. Исследуя окружающую среду и делая выбор, мы полагаемся больше на зрительные образы, чем на запахи. Поэтому неспособность различать запахи, которая у других видов животных имела бы чрезвычайно важное значение, больше не представляет угрозы для нашей жизни и не мешает нам передавать эти ущербные гены потомству.

В результате у человеческого рода стремительно накапливаются дефекты обоняния. Невосприимчивость к одному или нескольким запахам сродни дальтонизму – неспособности видеть один из трех основных цветов. К индивидуумам, не чувствующим запахи, применяют термин «аносмия». Полная аносмия – когда человек вообще не слышит никаких запахов – все еще довольно редка: в исключительных случаях она носит врожденный характер, но чаще становится результатом какой-нибудь физической травмы или вирусной инфекции носовых пазух. А вот неразличение одного-двух определенных запахов – дело куда более обычное. Хотя систематических и полных исследований населения земного шара не проводилось, можно с уверенностью утверждать, что подобные дефекты совершенно нормальны, – скорее уж способность воспринимать все типы запахов стоит считать исключением.

Если избирательная аносмия – это нечто вроде ольфакторного дальтонизма, то можно предположить, что существует некоторое количество базовых запахов (по аналогии с тремя основными цветами), служащих алфавитом какого-то комплексного ольфакторного языка.

Иными словами, всякое обонятельное ощущение – это сочетание нескольких базовых стимулов. Молекулярная биология сравнительно недавно поняла, как устроены ольфакторные рецепторы, и нанесла на карту маршруты, которыми обонятельные сообщения путешествуют из носа в мозг. Все это подтвердило догадку ученых, что наше обоняние работает на комбинаторном коде. Подробнее мы обсудим это открытие в седьмой, восьмой и девятой главах, а пока достаточно будет сказать, что оно заложило доказательную базу для моделей, предложенных в далеком прошлом на основе эмпирических наблюдений.

Однако важно понимать, что между ольфакторным и цветовым кодом существует фундаментальная разница. Она заключается в количестве базовых элементов: всего три основных цвета против 300 с лишним типов запахов. Такая оценка основывается на количестве генокодов в ольфакторных рецепторах – белках, которые вырабатываются в мембране ольфакторных нейронов и каждый из которых отвечает за свой, отдельный тип запаха. Немного позже мы поговорим об ольфакторных рецепторах и прочих белках обонятельной системы и рассмотрим, каким образом они взаимодействуют с летучими молекулами одорантов и посылают в мозг те или иные сигналы. Но пока что нас больше интересует феномен избирательной аносмии, его макроскопические эффекты и подход к его изучению, бытовавший в 60–70-х годах XX века, задолго до того, как восприятие запахов стали исследовать на молекулярном уровне.

Мы уже отметили, что избирательная аносмия – очень распространенное явление у нашего вида. Обычно мы даже не догадываемся об изъянах собственного обоняния, пока не проведем тщательное и целенаправленное исследование, позволяющее выявить и определить их. Дефекты подобного рода очень трудно засечь из-за огромного количества рецепторов и соответствующих им первичных запахов. Нарушение цветового зрения по одному из трех рецепторов дает глобальный и очень заметный эффект, но, когда сбой дают один или два из 300, мы этого попросту не ощущаем. Существует множество других рецепторов, схожих по характеристикам с недостающими, и они вполне могут уловить молекулы запахов, находящихся в слепой зоне, и послать в мозг некий сигнал, пусть даже не совсем точный. А вот пахнет ли конкретное вещество одинаково для «нормального» субъекта и субъекта с избирательной аносмией, – уже совсем другой вопрос.

На самом деле мы вправе утверждать, что пахнуть оно для них будет по-разному, но оценить эту разницу очень трудно. Если дать розу человеку с избирательной аносмией к аромату роз, он, безусловно, почувствует какой-то запах... – но запах этот может оказаться похож, скажем, на жасмин, и именно его такой человек будет ассоциировать с розой и с детства называть *розовым запахом*. Только точные целевые тесты смогут показать, что этот человек не различает реального аромата роз, и тогда мы сможем, например, дать ему понюхать по очереди розу и жасмин, попросить описать и запомнить разницу между ними и так оценить природу и масштабы его избирательной аносмии.

По поводу первого столкновения человека с избирательной аносмией есть одна забавная история. Неудивительно, что это случилось не где-нибудь, а в химической лаборатории.

Один молодой человек проводил эксперименты с изовалериановой кислотой – веществом с сильным и неприятным запахом. Он всем нам хорошо знаком: его производят бактерии, живущие у человека на коже – и в особенности на коже стоп. Обычно мы ассоциируем его с теми, кто не злоупотребляет личной гигиеной... однако в некоторых контекстах этот аромат может оказаться вполне приемлемым и даже приятным – к примеру, так пахнут некоторые виды деликатесных сыров. Соединение в обоих случаях одно и то же, и производят его одни и те же микроорганизмы.

Коллеги юного ученого стали жаловаться на скверный запах в лаборатории и обвинять его в том, что он не соблюдает технику безопасности – в частности, не работает в вытяжном шкафу. Бедняга чрезвычайно удивился, так как сам не чувствовал никаких отталкивающих запахов, и стал уверять сотрудников, что у вещества, с которым он работает, есть только сла-

бый фруктовый аромат. Парень очевидным образом не воспринимал запах изовалериановой кислоты, зато смог засечь эфиры, присутствующие в коммерчески расфасованном веществе в качестве незначительных примесей и действительно обладающие фруктовым ароматом.

С этого курьеза начались поиски, принесшие в последующие годы немало интересных находок и проложившие дорогу к подлинно научным исследованиям обоняния. Эти исследования продемонстрировали, что примерно 2–3 % людей невосприимчивы к запаху изовалериановой кислоты и других органических соединений сходной структуры. Марсель Гийо в конце 40-х годов, а затем и другие ученые очень интересовались избирательной аносмией. Они исследовали разные типы обонятельной «слепоты» и с помощью полученных данных пытались взломать ольфакторный код. Такова была окончательная цель и вместе с тем серьезнейшее препятствие на пути специалистов, которые работали над вопросами обоняния в тот период, задолго до возникновения молекулярной биологии. Даже сейчас мы еще очень далеки от расшифровки языка запахов: это поистине непростая задача и серьезный вызов для науки.

Изучение избирательных аносмий помогло нам выявить один за другим все базовые запахи, представляющие собой, по аналогии с тремя основными цветами, алфавит сложнейшего языка ольфакторного общения.

Особенно интересны в этой связи исследования, проведенные в начале 70-х британским ученым Джоном Эймуром – он работал в Беркли (штат Калифорния) в одной из четырех крупных лабораторий американского Департамента сельского хозяйства [2]. Эймур, безвременно покинувший нас в 1998 году в возрасте всего 68 лет, на пике своей карьеры, был настоящим пионером науки об обонянии. Вероятнее всего, он первым выдвинул гипотезу о существовании ольфакторных рецепторов – еще в начале 50-х годов, когда биохимия была совсем молода и ученые только-только открыли двойную спираль ДНК.

Джон буквально за руку привел меня в науку об обонянии: я до сих пор очень живо и с большим удовольствием вспоминаю время, проведенное у него в лаборатории, – всего несколько месяцев, но они оказали поистине фундаментальное влияние на все мои будущие исследования. Джон относился к своей работе с большим энтузиазмом и умел передать это волнение другим; он всегда был готов выслушать и помочь, отличался крайней честностью и прямоотой и не шел на компромисс ни в работе, ни в прочих областях жизни.

Точнейшим образом сфокусированные исследования Джона Эймура привели к открытию еще нескольких типов избирательной аносмии и позволили определить первые восемь основных запахов [3]. К несчастью, его масштабный проект по взлому ольфакторного кода через детальное изучение аносмий так и остался незавершенным. Сегодня, когда мы знаем, что число ольфакторных рецепторов, а следовательно, и основных запахов превышает несколько сотен (а не один-два десятка, согласно первоначальной гипотезе), можно себе представить, какой серьезный вызов он бросил природе.

Тем не менее изучение избирательных аносмий дало массу интересной и полезной информации. К примеру, теперь нам известно, что разные аносмии встречаются у людей не равномерно, а в зависимости от типа запаха. Некоторые типы невероятно редки, другие довольно обычны и могут охватывать до половины всей популяции.

Именно так обстоит дело, скажем, с чувствительностью к андростенону – химическому веществу, заслуживающему более детального изучения (см. рис. 1). Начнем с того, что его молекула необычно велика по размеру. 19 атомов углерода и один – кислорода: это практически самая крупная молекула пахучего вещества, существующая в природе. Интересно, что по мере увеличения размера молекулы снижается ее летучесть – пока не достигнет таких низких показателей, при которых молекулы уже не могут достичь обонятельного эпителия в достаточном количестве.

Крупный размер молекулы не только снижает летучесть, но и ограничивает ее способность взаимодействовать с ольфакторными рецепторами и, как следствие, вообще давать ощу-

щение запаха. Наш нос попросту не различает молекулы, содержащие больше 20 атомов углерода, потому что связывающие участки обонятельных рецепторов недостаточно велики, чтобы принять и связать их. Эта вторая причина, вероятно, связана с первой: более крупные и менее летучие молекулы все равно не смогут проникнуть в нос, так с какой же стати под них разовьются обонятельные рецепторы? Это будет бесполезное для организма приспособление и лишняя трата энергии.

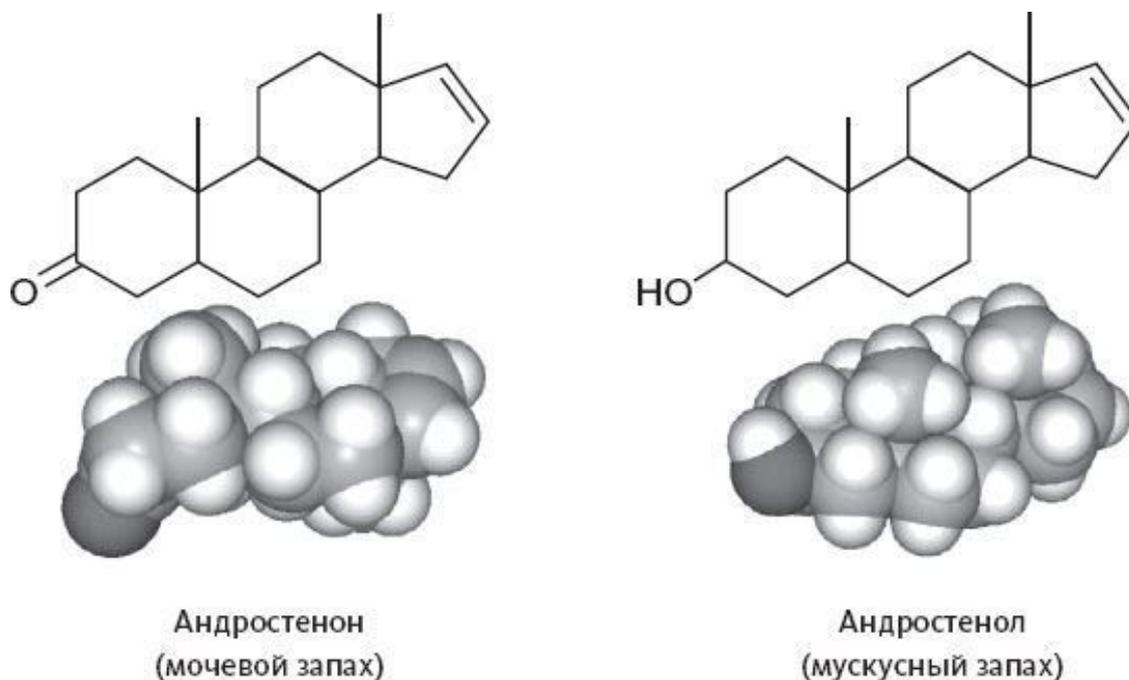


Рисунок 1. Андростенон – половой феромон кабана, обладающий сильным запахом застоялой мочи. Связанный с ним спирт, андростенол, приятно пахнет мускусом. Молекулы обоих соединений очень крупны: они находятся на пределе человеческого ольфакторного восприятия.

Андростенон относится к химическому классу стероидов, включающему в себя некоторые гормоны (например, тестостерон, мужской половой гормон). Его источник – молекула, очень похожая на тестостерон: андростенон получается из нее при потере молекулы воды. Тестостерон, выделяемый с мочой, и сам прекрасно мог бы служить химическим посланием, сигнализирующим о присутствии особи мужского пола, если бы не тот факт, что его молекула нелетуча, а следовательно, совершенно лишена запаха. Андростенон же летуч в достаточной степени, чтобы проникнуть в нос и доставить очень внятное и конкретное послание о том, что где-то рядом есть тестостерон, а значит, самец.

У некоторых видов животных андростенон служит любовным посланием – половым феромоном, с помощью которого самец сообщает о своем присутствии: самки от этого делаются более податливыми. Такие запахи – а вместе с ними и другие химические вещества, составляющие индивидуальную подпись самца, – действительно часто выделяются с мочой. Так обстоит дело у мышей и прочих грызунов, а также и у некоторых других млекопитающих. Но самец свиньи – особый случай. У него запах передается со слюной вместе с еще одним соединением, очень похожим на андростенон, – андростенолом. Это связанный с ним спирт (см. рис. 1).

Сочетание этих двух молекул дает половой феромон кабана – он очень эффективно действует на самку, помогая ей расслабиться и делая сексуально доступной. Будучи сильным афродизиаком для свиньи, для нас он тем не менее отвратителен. Он пахнет застоялой мочой – по

крайней мере, для той части населения, у которой не оказалось anosмии к этому запаху. Часто встречающаяся неспособность различать этот сильный омерзительный запах, вероятно, сказывается на социальных отношениях, так как это же соединение может встречаться и в человеческом поте.

Присутствие андростенона в еде тоже может оказаться проблемой. Хотя он накапливается в слюнных железах кабанов, его интенсивный, всепроникающий запах может пропитывать все тело некастрированных особей, и в результате их мясо оказывается непригодно к продаже. Поэтому мы едим только мясо молодых или кастрированных кабанов – ну, и, разумеется, самок свиных. Иными словами, присутствие андростенона у свиных непосредственно связано с их полом и половой зрелостью. Вообразите себе, что случится, если в панель эвалюаторов, призванных оценивать качество свинины, попадет эксперт с anosмией к андростенону! Последствия могут быть поистине катастрофическими.

В свою очередь, андростенол, второй компонент кабаньего полового феромона, присутствует среди летучих соединений, придающих характерный вкус трюфелям. Андростенол все равно чуть-чуть пахнет мочой, но, конечно, не так сильно, как андростенон. К тому же основная нота в нем уже мускусная³. Это вещество с приятным и привлекательным запахом; похожее содержится в железах кабарги и, как мы уже говорили, высоко ценится в парфюмерии. Скорее всего, именно на эту молекулу и реагируют свиные, когда их выводят на охоту за трюфелями.

³ Строго говоря, существует два изомера андростенола, «альфа» и «бета». У первого запах похож на андростенон, у второго он мускусный, с легким оттенком мочи.

2

Запахи и молекулы Химический анализ у нас в носу

Молекулы переносят запахи

Сильный, всепроникающий аромат жарящегося кофе, сокрушительный запах средства после бритья от сидящего напротив мужчины в автобусе, отвратительная вонь сточной канавы... – все это влияние молекул, плавающих в воздухе: они пробираются к нам в ноздри и вступают во взаимодействие с нервными окончаниями – крошечными анатомическими структурами, задача которых за доли секунды выявить раздражитель, определить его и сообщить о нем мозгу.

Наш разум переводит разнообразные химические соединения на язык запахов – их спектр поистине впечатляет. Обоняние – самый легкий способ оценить красоту химии: с его помощью мы «видим» молекулы. Только попробуйте представить себе, как они передают аромат жасмина, вкус спелого плода, шипящего на сковородке бекона и жареной картошки, букет старого вина... По контрасту с плоскими, невыразительными химическими формулами в учебнике молекулы вдруг обретают жизнь и цвет: кислород становится красным, азот – синим, сера – желтой... Все это танцует вокруг вас ансамблем, и каждая его составляющая обладает собственной индивидуальностью – своим неповторимым запахом.

Впрочем, молекулы лишь одна сторона комплексного процесса, результатом которого становится запах. Запахи – это физические ощущения, а не просто химические формулы. Аромат рождается, когда молекулы вступают во взаимодействие с носом; его бы попросту не возникло, не будь у нас обонятельного органа.

Поэтому важно понимать, каким образом наш нос читает и декодирует химические послания, доставляемые молекулами через воздух, и какие именно молекулярные соединения он преобразует в те запахи, которые мы в итоге воспринимаем. Запах нельзя считать таким же неотъемлемым свойством молекулы, как, допустим, ее молекулярная масса или растворимость: запах – это лишь результат взаимодействия между пахучим веществом и конкретной системой восприятия.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.