

Иванова С.В., Скворонская С.А., Гошин М.Е., Бударина О.В., Куликова А.З.

## Влияние запаха на физиологические, эмоциональные и когнитивные аспекты здоровья человека в экспериментальных условиях (обзор литературы)

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, 119121, Москва

*Статья содержит обзор литературы, посвящённой исследованиям влияния запахов на физиологические, эмоциональные и когнитивные аспекты здоровья человека. При проведении поиска литературы использовали следующие базы данных: Pubmed, Scopus, Web of Science, MedLine, Global Health, РИНЦ. Всего было проанализировано 60 источников за период с 1983 по 2019 г. Приведены результаты экспериментальных исследований, направленных на изучение воздействия запахов на физиологические показатели, такие как частота сердечных сокращений, вариабельность сердечного ритма, артериальное давление, частота дыхательных движений, реакция кожной проводимости, сон, а также эмоциональные и когнитивные характеристики испытуемых. Показано, что ответная реакция на воздействие запахов зависит от их интенсивности, гедонического тона (в данном случае приятность/неприятность запаха), химической структуры одоранта, а также индивидуальных особенностей испытуемых, в том числе их прошлого опыта, связанного с восприятием запахов. В большинстве случаев воздействие неприятных запахов активизирует симпатическую нервную систему, соответственно наблюдается увеличение частоты сердечных сокращений, возрастает частота дыхательных движений, увеличивается электропроводимость кожных покровов. При ухудшении когнитивных функций увеличивается концентрация внимания. На эмоциональном уровне отмечаются реакции гнева и отворачивания, появляется чувство дискомфорта с мотивацией к избеганию контакта с окружающими людьми. При воздействии приятных запахов происходит активация парасимпатической нервной системы, уменьшается частота сердечных сокращений, снижается частота дыхательных движений, уменьшается кожная электропроводимость. Улучшаются когнитивные функции, повышается качество решения задач, уменьшается концентрация внимания. У человека улучшается настроение, появляется ощущение счастья. При этом анализ литературы показал, что большинство исследований на людях имеет существенные ограничения: отсутствие стандартизированных методов воздействия, трудность проведения слепых экспериментов, предполагающих неосведомлённость испытуемых, а также влияние индивидуальных пристрастий и индивидуального прошлого опыта на вызванные запахом эффекты. Авторами предложены рекомендации по предотвращению имеющихся ограничений и оптимизации проведения экспериментальных исследований по влиянию запахов на людей.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а : запах; физиологические и психологические показатели организма; здоровье; обзор*

**Для цитирования:** Иванова С.В., Скворонская С.А., Гошин М.Е., Бударина О.В., Куликова А.З. Влияние запаха на физиологические, эмоциональные и когнитивные аспекты здоровья человека в экспериментальных условиях (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2020; 99 (12): 1370-1375. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1370-1375>

**Для корреспонденции:** Иванова Светлана Владимировна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва. E-mail: sivanova@cspmz.ru

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – Иванова С.В.; концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование – Скворонская С.А.; концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование – Гошин М.Е.; концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, редактирование, ответственность за целостность всех частей статьи – Бударина О.В.; концепция и дизайн исследования – Куликова А.З.

Поступила 16.09.2020

Принята к печати 15.12.2020

Опубликована 25.01.2021

Svetlana V. Ivanova, Svetlana A. Skovronskaya, Mihail E. Goshin, Olga V. Budarina, Aliya Z. Kulikova

## The study of the odour impact on physiological, emotional, and cognitive aspects of human health under experimental conditions (literature review)

Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, 119121, Russian Federation

*The article contains a literature review devoted to research on the influence of odours on physiological, emotional, and cognitive aspects of human health. The following databases were used at literature search execution: Pubmed, Scopus, Web of Science, MedLine, Global Health, Russian Research Citation Index. A total amount of 60 sources was analyzed for 1983–2019. The experimental research results aimed at studying the influence of odours on such physiological indices as: heart rate, heart rate variability, arterial blood pressure, respiratory rate, skin conductivity reaction, sleep, are described, and emotional and cognitive characteristics of the test subjects. The response to odours exposure was shown to depend on their intensity, hedonistic tone, the chemical structure of the odorant, as well as individual peculiarities of the test subjects, including their past experiences with smelling. In most cases, exposure to unpleasant odours activates the sympathetic nervous system, therefore heart rate, respiratory rate, skin blood circulation and its conductivity increase. Attention concentration increases at the deterioration of cognitive functions. Anger and repulsion reactions are noted at the emotional level; a feeling of discomfort with a motivation to escape appears. The exposure of pleasant odours leads to parasympathetic nervous system activation, heart rate, respiratory rate, skin conductivity, and blood circulation decrease. Cognitive functions improve, the quality of problem-solving increases, attention concentration decreases. A person's mood gets better; the sensation of happiness appears. At that literature analysis has revealed most of the studies on the human to have significant restrictions: standard*

*exposure methods absence, the difficulty of execution blind experiments that were deemed to be ignorant by test subjects as well as the influence of individual preferences and previous personal experience on the effects generated by the odour. The authors proposed recommendations on the current restrictions prevention and optimization of conducting the experimental research on the influence of odours on humans.*

*Key words: odour; physiological and psychological indices of the organism; health; review*

**For citation:** Ivanova S.V., Skovronskaya S.A., Goshin M.E., Budarina O.V., Kulikova A.Z. The study of the odour impact on physiological, emotional, and cognitive aspects of human health under experimental conditions (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2020; 99 (12): 1370-1375. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1370-1375> (In Russ.)

**For correspondence:** Svetlana V. Ivanova, MD, Ph.D, senior researcher of Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Federal Medical Biological Agency, Moscow 119121, Russian Federation. E-mail: [sivanova@cspmrz.ru](mailto:sivanova@cspmrz.ru)

#### Information about the authors:

Ivanova S.V., <https://orcid.org/0000-0002-2281-1280>; Goshin M.E., <https://orcid.org/0000-0001-7251-3938>; Skovronskaya S.A., <https://orcid.org/0000-0002-6374-9292>; Budarina O.V., <https://orcid.org/0000-0003-4319-7192>; Kulikova A.Z., <https://orcid.org/0000-0002-4613-9011>

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgment.** The research had no sponsorship.

**Contribution:** Ivanova S.V. – concept and design of the study, collection and processing of material, writing the text, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Skovronskaya S.A. – concept and design of the study, collection and processing of material, text writing, editing; Goshin M.E. – research concept and design, text writing, editing; Budarina O.V. – concept and design of the study, collection and processing of material, editing, responsibility for the integrity of all parts of the article; Kulikova A.Z. – research concept and design.

Received: September 06, 2020

Accepted: December 15, 2020

Published: January 25, 2021

В последние десятилетия во многих странах проведены исследования по изучению влияния запахов на здоровье населения. При этом в качестве основных показателей, характеризующих состояние здоровья, выступают различные респираторные, неврологические симптомы, физиологические реакции, «раздражение» запахом, эмоциональная лабильность, а также изменения в повседневной деятельности.

Целью данного обзора является обобщение и систематизация основных результатов экспериментальных исследований, направленных на оценку влияния запаха на здоровье человека. В центре внимания – такие аспекты, как физиологические реакции, влияние на эмоциональную сферу, раздражение, настроение, когнитивные и другие показатели.

В большинстве случаев запахи в окружающей среде представляют собой сложные смеси, формируемые множеством отдельных запахов. При этом люди обладают ограниченной способностью различать отдельные компоненты в смеси [1]. Общий воспринимаемый запах зависит от количества, типа и интенсивности одушек в смеси запахов, причём некоторые наиболее сильные одоранты способны подавлять другие, менее интенсивные, присутствие которых в смеси может оставаться незамеченным.

Запах может быть вызван бесконечным количеством химических веществ, способных формировать самые разнообразные смеси. В экспериментальных исследованиях используется широкий спектр приятных и неприятных запахов в широком диапазоне концентраций, что крайне затрудняет сравнение и сопоставление результатов исследований. Кроме того, во многих экспериментах волонтеры подвергаются воздействию одного одоранта, такая модельная ситуация вступает в противоречие с реальными условиями, имеющими место в окружающей среде, где запахи, как правило, представляют собой сложные смеси, состоящие из множества компонентов. Важно учитывать, что реакция на отдельные одушки может отличаться от реакции на смеси одушек.

Отсутствие единой методологии проведения эксперимента при исследовании влияния запахов (различия в способах доставки одоранта, времени воздействия, измеренном отклике) может способствовать возникновению некоторых трудностей при интерпретации результатов исследований. Время воздействия может быть чрезвычайно коротким (одно дыхание или воздействие продолжительностью менее 10 с использованием ольфактометра) или относительно длительным (воздействие в помещении в течение 10–90 мин).

Индивидуальные характеристики волонтера, такие как возраст, пол и состояние здоровья, могут в значительной сте-

пени детерминировать его реакцию на запахи. Ответы также могут варьироваться в зависимости от прошлого опыта и эмоциональной связи с тем или иным запахом [2, 3].

Соответственно выявление согласованности между исследованиями и получение единых выводов и интерпретаций представляется чрезвычайно сложной задачей.

Результаты экспериментов показывают, что запахи могут оказывать значительное влияние на физиологические показатели, вызывать симптомы раздражения, изменять настроение и когнитивную функцию. Однако это не относится ко всем запахам во всех ситуациях. Реакции зависят как от запаха, так и в значительной степени от индивидуальных особенностей испытуемых и используемых экспериментальных методов.

Основными показателями, анализируемыми при исследованиях физиологических реакций, вызванных запахом, являются уровень возбуждения (частота сердечных сокращений, вариабельность сердечного ритма, артериальное давление, частота дыхательных движений, реакция кожной проводимости), симптомы раздражения и активность лицевых мышц. Физиологические реакции для каждого показателя весьма различны. На них оказывают влияние такие объективные факторы, как гедонический тон и интенсивность запаха, несовмещение молекул одоранта в пространстве, а также субъективные характеристики испытуемых: эмоциональный фон и когнитивные ожидания относительно запаха.

В экспериментальных исследованиях на волонтерах показано, что запахи способны изменять частоту сердечных сокращений (ЧСС), при этом характер изменений может быть связан с гедоническим тоном запаха. Неприятные запахи (например, лимбургского сыра, пиридина, уксусной, масляной, валериановой кислот) с большей вероятностью вызывают увеличение ЧСС, в то время как приятные запахи (например, фенилэтилового спирта, экстракта лаванды, ацетоуксусного эфира, жасминового чая, цитраля, иланг-иланга), напротив, уменьшение ЧСС [4–9]. Однако в других исследованиях не выявлено значительных изменений ЧСС в результате воздействия различных приятных и неприятных запахов (свиней, сероводорода ( $H_2S$ ), гнилых дрожжей, ванилина, изоамилацетата, лимона, лаванды, розмарина, мяты перечной, цинеола, кокоса, цитрусовой бергамии, «зелёный» запах) [10–18].

Связь между запахом и ЧСС может зависеть от несовмещения молекул одоранта в пространстве, что было показано в исследованиях воздействия приятных запахов линалоола и карвона [5, 19]. Обнаружено, что один из двух энантиомеров линалоола – (S)-(+)-линалоол (кориандрол) – увеличивает

ЧСС, в то время как другой энантиомер – (R)-(–)-линалоол (ликареол) уменьшает; что касается стереоизомерных форм карвона, то R-(–)-карвон (обладающий запахом колосовой (остролистной) мяты) увеличивает частоту пульса, в то время как S-(+)-карвон (с запахом семян тмина и укропа) не оказывает никакого эффекта.

В исследованиях влияния запаха на изменения вегетативного тонуса оценивали вариабельность сердечного ритма (ВСР). Как правило, показатели ВСР (НЧ – низкая частота, ВЧ – высокая частота, НЧ/ВЧ – отношение) используются в качестве индикаторов баланса симпатической и парасимпатической нервной систем [10]. Воздействие приятных запахов (цедры, цитрусового бергамота, жасминового чая, лаванды) в основном связано с увеличением ВЧ, снижением НЧ и/или снижением НЧ/ВЧ, что указывает на увеличение парасимпатического тонуса и/или снижение симпатического тонуса [5, 20]. Однако приятный запах, считающийся стимулятором (лавровые листья), как исключение вызвал повышение симпатического тонуса (снижение ВЧ, увеличение НЧ/ВЧ) [21]. В исследовании [7] обнаружено, что запах жасминового чая высокой интенсивности вёл к увеличению парасимпатической реакции ВСР у лиц, которым нравился запах, но увеличивал симпатическую реакцию ВСР у лиц, которым он не нравился.

Результаты исследований по оценке влияния запаха на артериальное давление (АД) оказались весьма разнообразными и трудными для интерпретации. В исследованиях воздействия приятных запахов обнаружено, что такие одоранты, как карвон, лимонен, розмарин и сандаловое масло, вызывают повышение АД, в то время как цитрусовый бергамот, лимон и альфа-санталол не оказывают никакого эффекта [4, 10, 11, 19, 20]. Для запаха лаванды в одном исследовании показано уменьшение систолического и диастолического АД, в то время как в двух других не выявлено никакого значимого влияния на АД, однако отмечен рост коронарной циркуляции [4, 15]. Что касается неприятных запахов, то сигаретный пепел, тухлое яйцо и скунс вызывали различные реакции АД, при этом не выявлено чёткой взаимосвязи между дискомфортом от запаха и показателями АД [22].

В большинстве исследований по оценке частоты дыхательных движений (ЧДД) не выявлено существенных изменений в реакции на запахи (карвона, лимонена, лаванды, жасмина, мяты перечной, α-санталолола, сандалового масла, иланг-иланга, запах свиней) [4, 6, 19]. Однако некоторыми авторами всё же отмечается изменение ЧДД под влиянием запахов. Так, показано увеличение ЧДД при воздействии неприятного запаха изовалериановой кислоты [23] и стимулирующего запаха розмарина [4]. Снижение ЧДД отмечено при воздействии приятных запахов (фенилэтилового спирта [23] и цедры [24]).

В экспериментальных исследованиях на волонтерах отмечены также изменения электрической проводимости кожи (ЭПК) после экспозиции к различным запахам, при этом гедонический тон запаха, по-видимому, является главным фактором, определяющим характер ответа. Исследования показали, что неприятные запахи вызывают увеличение ЭПК (амплитуды и продолжительности) по сравнению с приятными запахами, которые не влияли на биоэлектрические реакции кожи [25]. Для сопоставления воздействия приятных и неприятных запахов исследовали группу из 48 одорантов (пары для сравнения включали, например, триэтиламин с изоамилацетатом, валериановую кислоту с фенилэтиловым спиртом), а также набор из 126 пищевых запахов. Возбуждающие свойства запаха определены как существенный предиктор ЭПК. Другие факторы, которые могут повлиять на ЭПК, включают тройничные свойства запаха (то есть бимодальные одоранты с различной силой свойств обонятельного нерва) [26], ощущение нового запаха, с которым испытуемый встречается впервые, чувство тревоги [27], когнитивные отношения и ожидания к запаху [14, 28, 29].

Исследованиям таких физиологических параметров, как кровоток кожи и температура, посвящено сравнительно меньшее количество работ. Отмечено увеличение кровотока кожи после воздействия неприятных запахов (масляной и пропионовой кислот), в то время как приятные запахи (лаванды, ментола) способствовали уменьшению кровотока [30]. В исследованиях по оценке температуры кожи/тела показано, что запах розмарина вызывал её увеличение, а запах лаванды – уменьшение, в то время как запахи карвона, лимонена, иланг-иланга, «зелёный» запах и запах свиней не оказывали никакого эффекта [4, 6, 19]. В другом исследовании не выявлено никакого значимого влияния запахов лаванды или розмарина на температуру тела после тревожно-провоцирующей задачи [13].

Установлено, что запахи способны значительно изменять активность лицевых мышц и эмоциональное выражение лица в ответ на воздействие как приятных, так и неприятных запахов [8, 31]. Кроме того, обнаружено, что запахи приводят к изменениям выражения лица у новорождённых [17]. Результаты этих исследований свидетельствуют также о том, что структура активности лицевых мышц изменяется в зависимости от гедонического тона запаха.

Временные изменения настроения, возникающие как результат воздействия запахов, в экспериментальных исследованиях на волонтерах измеряли с помощью профиля состояний настроения (POMS) [14], в котором опрашиваемые оценивали 65 чувств или эмоций по шкале от 0 до 4; при этом 65 чувств объединены в шесть основных категорий настроения: напряжение/беспокойство, депрессия, смятение, гнев, усталость и бодрость. Связь между запахом и настроением оказалась очень сложной. Установлено, что множественные внешние (например, интенсивность запаха, гедонический тон) и внутренние (например, ожидания, эмоциональные ассоциации) факторы сильно влияют на обусловленные запахом изменения настроения, что значительно затрудняет сопоставление таких исследований.

В исследованиях по оценке влияния неприятных запахов самыми общими реакциями являлись возрастание гнева и отвращения; это выявлено в экспериментах с экспозицией к сероводороду, дрожжам, пиридину, метилметакрилату и пропионовой кислоте [9, 30, 32–34]. Исследование с использованием 4 неприятных запахов (асафетида, сигаретного пепла, тухлого яйца, скунса) показало, что неприятный запах коррелирует с дискомфортом и мотивацией к избеганию, но не с гневом [22]. При изучении приятных запахов использовали, как правило, цветочные, древесные и пищевые (например, шоколада, кокоса, цветов, лаванды, лимона, ментола и ванилина). Наиболее распространёнными реакциями на их воздействие были увеличение ощущения счастья и улучшение общего настроения; данные реакции проявлялись при времени воздействия в диапазоне от менее 1 с до 90 мин [4, 9, 30, 32, 33, 35–38]. В исследовании по оценке влияния предположений о запахе [38] испытуемым сообщали, что они подвергнутся воздействию приятного, неприятного или нейтрального запаха, но на самом деле запаха не было. Установлено, что у испытуемых из группы с установкой о приятном запахе наблюдалось более позитивное настроение, чем у испытуемых из групп с нейтральной и неприятной установками. Результаты этого исследования подчёркивают важную роль когнитивных предубеждений в возникновении эмоциональной реакции на запахи.

Связь между запахом и настроением оказалась очень сложной. Множественные внешние (например, интенсивность запаха, приятность) и внутренние (например, эмоциональная ассоциация, ожидания) факторы сильно влияют на обусловленные запахом изменения настроения, что делает сравнение между исследованиями довольно трудным. Основным выводом из исследований заключается в том, что неприятные запахи вызывают больше негативных настроений, а приятные запахи вызывают больше положительных настроений.

Влияние запахов на когнитивные функции оценивали с помощью различных умственных и двигательных задач. Испытуемые в этих исследованиях подвергались воздействию окружающих запахов в комнате в течение от 3 мин до 1 ч, выполняя задания на запоминание, на распознавание, математические и лексические (распознавание слов, декодирование слов) задачи, а также задания на моторную реакцию. Обнаружено, что некоторые неприятные запахи ухудшают качество выполнения когнитивных задач. Так, показано [39] ухудшение умственной работоспособности (кратковременная память и время реакции) при воздействии неприятных запахов аммиака и сероводорода. В исследовании [40] обнаружено, что зловонный запах этилмеркаптана отрицательно сказывается на выполнении сложных задач (корректур), но практически не влияет на решение простых (арифметика). Также наблюдали [41] ухудшение вербальной рабочей памяти в ответ на запахи гнилых дрожжей у 9 из 21 испытуемого. Этот эффект связан не с оценкой испытуемыми неприятности или отвращения, а скорее, с различиями в нейрональной обработке информации (большей активацией нейронов в областях головного мозга, связанных с эмоциями). Приятные запахи лимона, ландыша, мяты, корицы, хйба (хвойные), освежителей воздуха, цветочный аромат, как показано, улучшают качество выполнения задач на внимание, память, расшифровку слов, написание, время реакции [42, 43]. Запахи корицы и перечной мяты также способствовали лучшему выполнению заданий при моделировании вождения [44]. Исследования, в которых сравнивали влияние приятных, неприятных и нейтральных запахов на выполнение задач [45], продемонстрировали, что и приятный запах (лаванда), и неприятный запах (пиридин) значительно улучшает время реакции при простых сенсорно-двигательных задачах. При решении визуальных задач обнаружено [46], что неприятный запах (аллилового изотиоцианата) способствовал увеличению концентрации внимания; этот эффект коррелировал с воспринимаемым раздражением запахом. Напротив, приятный запах (фенилэтилового спирта) уменьшал концентрацию внимания в той же задаче; данный эффект, по-видимому, связан со снижением уровня возбудимости нейронов базальных отделов лобных долей.

В исследовании [47] показаны различные эффекты для приятных запахов лаванды, иланг-иланга (расслабляющие запахи), а также розмарина и мяты перечной (возбуждающие запахи). Установлено, что запах лаванды ухудшает как память, так и время реакции, запах иланг-иланга ухудшает память, но улучшает время реакции, в то время как запахи розмарина и перечной мяты улучшают долговременную память, но ухудшают время реакции. Также обнаружено [48], что запахи двух видов шалфея оказывают различное воздействие: *Salvia officinalis* улучшает качество долговременной памяти, а *Salvia lavandulaefolia* не даёт такого эффекта, несмотря на то, что оба запаха способствуют повышению внимания.

Также проведено несколько исследований по оценке влияния запаха на восприятие боли, при этом установлено, что некоторые запахи способны усиливать это восприятие, а другие — уменьшать. Так, в работе [49] показано, что воздействие как приятного (лимона), так и неприятного (машинного масла) запаха увеличивало интенсивность боли, вызванной холодом. При наличии неприятного запаха (пиридин) восприятие и чувство боли от воздействия жара имели более выраженный неприятный характер по сравнению с контролем [50].

Что касается потенциального обезболивающего эффекта воздействия запахов, то показано [51], что приятные запахи (в первую очередь детского масла, массажного масла и экстракта миндаля) могут снизить интенсивность боли, вызванной жаром. Другие исследования не выявили значительного влияния запахов (зелёных листьев, лаванды, лимона) на оценку интенсивности или неприятности боли, вызванной горячей/холодной водой [11]. Однако при воздействии запаха зелёных листьев отмечено повышение порога восприятия боли [52].

Исследования влияния запахов на сон разнообразны и несколько ограничены результатами для поддержания или опровержения связи между запахами и проблемами со сном. Основной вывод заключается в том, что воздействие тройничных одорантов (диоксид углерода) или комбинированных тройничных и обонятельных (ольфакторных) одорантов (диоксид углерода и сероводород) вызывает возбуждение во время сна [53–55]. Напротив, ольфакторные одоранты (сульфид аммония, искусственный дым, сероводород, лаванда, мята перечная, пиридин, ванилин) не всегда приводят к возбуждению во время сна, особенно на его более глубоких стадиях [53–55].

В ряде исследований показано, что запахи некоторых веществ обладают существенным потенциалом к улучшению качества сна. Например, запах лаванды улучшал качество сна, увеличивая время, проведённое как в быстрой, так и в глубокой фазе сна [56]. В другом исследовании продемонстрировано увеличение времени глубокого сна и рост утренней энергии после 30-минутной экспозиции запахом лаванды перед сном; непрерывное воздействие жасминового запаха во время сна приводило к повышению эффективности сна и снижению количества движений во сне [44, 57]. После просыпания наблюдали более низкие уровни тревожности. Обонятельные стимулы могут существенно влиять на эмоциональный тон сновидений [58]. Так, неприятный запах (сероводорода) приводил к сновидениям с более отрицательными тонами, а приятный запах (фенилэтилового спирта) — с более положительными.

Общепризнано, что запахи пищи могут стимулировать аппетит, усиливать или изменять вкус продуктов. Исследования различных комбинаций вкус-запах установили, что запахи могут усиливать или подавлять сладость, солёность, кислотность вкусового вещества, данный эффект считается специфичным для пахучих и вкусовых веществ [28, 59]. Например, обнаружено, что запахи клубники и лимона увеличивали ощущение сладкого раствора, но подавляли воспринимаемую солёность, карамельный запах усиливал сладость, но подавлял кислотность.

Что касается запахов и аппетита, проведённое исследование показало, что запахи пищи увеличивают общий аппетит, в то время как непищевые запахи способствуют его уменьшению [60]. Кроме того, обнаружено, что пряные запахи стимулируют аппетит к острым продуктам и снижают аппетит к сладким; со «сладкими» запахами наблюдается обратная картина (повышение аппетита к сладкому, снижение к острому).

## Заключение

Связь между воздействием запахов и физиологическими или психологическими показателями испытуемых является чрезвычайно сложной, на неё оказывает влияние множество объективных и субъективных факторов. Проведённые исследования показали, что вызываемые запахами реакции в значительной степени зависят от характеристик запаха (гедонический тон, интенсивность, химическая структура одоранта), а также от индивидуальных факторов (прошлый опыт, знакомства с данным запахом, когнитивные установки, особенности культуры испытуемого).

Для запахов, концентрация которых находится на уровне или выше порога раздражающего действия, вероятно, действуют классические токсикологические механизмы.

Такие факторы, как индивидуальные характеристики испытуемого, установки и ожидания, изменения настроения и стресса, а также условные ассоциации играют определённую роль в реакции, вызванной запахом. Следует отметить, что специфические запахи, по-видимому, имеют свои собственные когнитивные и эмоциональные профили; об этом свидетельствуют различные результаты, полученные при исследованиях запахов аналогичного качества или гедонического тона.

При всей неоднозначности и многоплановости влияния запахов на физиологические и психологические показатели на основании данных, имеющихся в литературе, можно отметить ряд общих тенденций и закономерностей. Одной из основных характеристик воздействия запаха на человека является его гедонический тон: в большинстве исследований показано диаметрально противоположное влияние приятных и неприятных запахов на физиологические, эмоциональные и когнитивные показатели. Так, воздействие неприятных запахов формирует для человека состояние дистресса, соответственно активизируется симпатическая нервная система, мобилизующая органы и системы на выведение из организма потенциально опасных химических соединений: происходит увеличение частоты сердечных сокращений, возрастает частота дыхательных движений, повышается кровотоки кожи, увеличивается её электропроводимость. На фоне в целом ухудшения когнитивных функций увеличивается концентрация внимания. На эмоциональном уровне отмечаются реакции гнева и отвращения, появляется чувство дискомфорта с мотивацией к избеганию контактов с окружающими.

Напротив, при воздействии приятных запахов происходит активация парасимпатического отдела нервной системы, соответственно уменьшается частота сердечных сокращений, снижается частота дыхательных движений, уменьшаются кожная электропроводимость и кровотоки кожи. Улучшаются когнитивные функции, повышается качество решения задач, на фоне общего снижения уровня возбуждения уменьшается концентрация внимания. У человека улучшается настроение, появляется ощущение счастья.

Однако проведённый анализ литературных источников позволяет выявить ряд существенных ограничений, свойственных экспериментальным исследованиям на людях, среди которых наиболее важными являются следующие:

отсутствие стандартизированных методов воздействия (тип одоранта, метод подачи одоранта), трудность проведения слепых экспериментов (поскольку испытуемые часто знают о наличии запаха), а также влияние индивидуальных пристрастий и индивидуального прошлого опыта на вызванные запахом эффекты.

Соответственно с целью оптимизации проведения экспериментальных исследований по влиянию запаха на людей могут быть предложены следующие рекомендации:

- Установление и использование единых количественных стандартов воздействия запаха (концентрация, способ подачи одоранта, время воздействия), что позволит обеспечить систематизацию и обобщение эффектов воздействия запахов.
- Проведение лонгитюдных исследований, направленных на оценку многократного воздействия запахов на группу испытуемых с повторением экспериментов через определённые промежутки времени.
- Одновременное оценивание физиологических и психологических реакций испытуемого; выявление корреляций между объективными физиологическими и субъективными эмоциональными и поведенческими реакциями, что обеспечит формирование комплексной картины реакции организма на воздействие запахов.
- Проведение дальнейших исследований, направленных на изучение и понимание взаимосвязи между изменениями нейронной активности определённых центров головного мозга и поведенческими/физиологическими реакциями, вызванными воздействием запахов.
- Дополнительные экспериментальные исследования, направленные на непосредственную оценку физиологических и/или психологических эффектов сложных запахов, присутствующих в окружающей среде.

## Литература / References

1. Livermore A., Laing D.G. The influence of odor type on the discrimination and identification of odorants in multicomponent odor mixtures. *Physiol. Behav.* 1998; 65(2): 311–20. [https://doi.org/10.1016/s0031-9384\(98\)00168-1](https://doi.org/10.1016/s0031-9384(98)00168-1)
2. Jousain P., Chakirian A., Kermen F., Rouby C., Bensafi M. Physicochemical influence on odor hedonics: Where does it occur first? *Commun. Integr. Biol.* 2011; 4(5): 563–5. <https://doi.org/10.4161/cib.4.5.15811>
3. Poncelet J., Rinck F., Bourgeat F., Schaal B., Rouby C., Bensafi M., et al. The effect of early experience on odor perception in humans: psychological and physiological correlates. *Behav. Brain Res.* 2010; 208(2): 458–65. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2009.12.011>
4. Sayorwan W., Siripornpanich V., Piriyaunayaporn T., Hongratanaworakit T., Kotchabhakdi N., Ruangrunsi N. The effects of lavender oil inhalation on emotional states, autonomic nervous system, and brain electrical activity. *J. Med. Assoc. Thai.* 2012; 95(4): 598–606.
5. Kuroda K., Inoue N., Ito Y., Kubota K., Sugimoto A., Kakuda T., et al. Sedative effects of the jasmine tea odor and (R)-(-)-linalool, one of its major odor components, on autonomic nerve activity and mood states. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2005; 95(2-3): 107–14. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-1402-8>
6. Hongratanaworakit T., Buchbauer G. Evaluation of the harmonizing effect of ylang-ylang oil on humans after inhalation. *Planta Med.* 2004; 70(7): 632–6. <https://doi.org/10.1055/s-2004-827186>
7. Inoue N., Kuroda K., Sugimoto A., Kakuda T., Fushiki T. Autonomic nervous responses according to preference for the odor of jasmine tea. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2003; 67(6): 1206–14. <https://doi.org/10.1271/bbb.67.1206>
8. Bensafi M., Rouby C., Farget V., Bertrand B., Vigouroux M., Holley A. Influence of affective and cognitive judgments on autonomic parameters during inhalation of pleasant and unpleasant odors in humans. *Neurosci. Lett.* 2002; 319(3): 162–6. [https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(01\)02572-1](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(01)02572-1)
9. Ehrlichman H., Kuhl S.B., Zhu J., Warrenburg S. Startle reflex modulation by pleasant and unpleasant odors in a between-subjects design. *Psychophysiology.* 1997; 34(6): 726–9. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02149.x>
10. Peng S.M., Koo M., Yu Z.R. Effects of music and essential oil inhalation on cardiac autonomic balance in healthy individuals. *J. Altern. Complement. Med.* 2009; 15(1): 53–7. <https://doi.org/10.1089/acm.2008.0243>
11. Kiecolt-Glaser J.K., Graham J.E., Malarkey W.B., Porter K., Lemeshow S., Glaser R. Olfactory influences on mood and autonomic, endocrine, and immune function. *Psychoneuroendocrinology.* 2008; 33(3): 328–39.
12. Shiina Y., Funabashi N., Lee K., Toyoda T., Sekine T., Honjo S., et al. Relaxation effects of lavender aromatherapy improve coronary flow velocity reserve in healthy men evaluated by transthoracic Doppler echocardiography. *Int. J. Cardiol.* 2008; 129(2): 193–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2007.06.064>
13. Burnett K.M., Solterbeck L.A., Strapp C.M. Scent and mood state following an anxiety-provoking task. *Psychol. Rep.* 2004; 95(2): 707–22. <https://doi.org/10.2466/pr0.95.2.707-722>
14. Campenni C.E., Crawley E.J., Meier M.E. Role of suggestion in odor-induced mood change. *Psychol. Rep.* 2004; 94(3 Pt. 2): 1127–36. <https://doi.org/10.2466/pr0.94.3c.1127-1136>
15. Motomura N., Sakurai A., Yotsuya Y. Reduction of mental stress with lavender odorant. *Percept. Mot. Skills.* 2001; 93(3): 713–8. <https://doi.org/10.2466/pms.2001.93.3.713>
16. Romine I.J., Bush A.M., Geist C.R. Lavender aromatherapy in recovery from exercise. *Percept. Mot. Skills.* 1999; 88(3 Pt. 1): 756–8. <https://doi.org/10.2466/pms.1999.88.3.756>
17. Soussignan R., Schaal B., Marlier L. Olfactory alliesthesia in human neonates: prandial state and stimulus familiarity modulate facial and autonomic responses to milk odors. *Dev. Psychobiol.* 1999; 35(1): 3–14. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2302\(199907\)35:1%3C3::aid-dev2%3E3.0.co;2-f](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2302(199907)35:1%3C3::aid-dev2%3E3.0.co;2-f)
18. Redd W.H., Manne S.L., Peters B., Jacobsen P.B., Schmidt H. Fragrance administration to reduce anxiety during MR imaging. *J. Magn. Reson. Imaging.* 1994; 4(4): 623–6. <https://doi.org/10.1002/jmri.1880040419>
19. Heuberger E., Hongratanaworakit T., Böhm C., Weber R., Buchbauer G. Effects of chiral fragrances on human autonomic nervous system parameters and self-evaluation. *Chem. Senses.* 2001; 26(3): 281–92. <https://doi.org/10.1093/chemse/26.3.281>
20. Duan X., Tashiro M., Wu D., Yambe T., Wang Q., et al. Autonomic nervous function and localization of cerebral activity during lavender aromatic immersion. *Technol. Health Care.* 2007; 15(2): 69–78.
21. Matsubara E., Fukagawa M., Okamoto T., Fukuda A., Hayashi C., et al. Volatiles emitted from the leaves of *Laurus nobilis* L. improve vigilance performance in visual discrimination task. *Biomed. Res.* 2011; 32(1): 19–28. <https://doi.org/10.2220/biomedres.32.19>

22. Asmus C.L., Bell P.A. Effects of environmental odor and coping style on negative affect, anger, arousal, and escape. *J. Appl. Soc. Psychol.* 1999; 29(2): 245–60. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1999.tb01384.x>
23. Masaoka Y., Koiwa N., Homma I. Inspiratory phase-locked alpha oscillation in human olfaction: source generators estimated by a dipole tracing method. *J. Physiol.* 2005; 566(Pt. 3): 979–97. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.086124>
24. Dayawansa S., Umeno K., Takakura H., Hori E., Tabuchi E., Nagashima Y., et al. Autonomic responses during inhalation of natural fragrance of Cedrol in humans. *Auton. Neurosci.* 2003; 108(1–2): 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2003.08.002>
25. Brand G., Millot J.L., Biju C. Comparison between monorhinal and birhinal olfactory stimulations in bilateral electrodermal recordings. *C. R. Acad. Sci. III.* 2000; 323(11): 959–65. [https://doi.org/10.1016/s0764-4469\(00\)01235-x](https://doi.org/10.1016/s0764-4469(00)01235-x)
26. Jacquot L., Monnin J., Brand G. Unconscious odor detection could not be due to odor itself. *Brain Res.* 2004; 1002(1–2): 51–4. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2003.12.011>
27. Krusemark E.A., Li W. Enhanced olfactory sensory perception of threat in anxiety: An event-related fMRI study. *Chemosens. Percept.* 2012; 5(1): 37–45. <https://doi.org/10.1007/s12078-011-9111-7>
28. Djordjevic J., Lundstrom J.N., Clément F., Boyle J.A., Pouliot S., Jones-Gotman M., et al. A rose by any other name: would it smell as sweet? *J. Neurophysiol.* 2008; 99(1): 386–93. <https://doi.org/10.1152/jn.00896.2007>
29. Howard S., Hughes B.M. Expectancies, not aroma, explain impact of lavender aromatherapy on psychophysiological indices of relaxation in young healthy women. *Br. J. Health Psychol.* 2008; 13(Pt. 4): 603–17. <https://doi.org/10.1348/135910707x238734>
30. Alaoui-Ismaïli O., Robin O., Rada H., Dittmar A., Vernet-Maury E. Basic emotions evoked by odorants: comparison between autonomic responses and self-evaluation. *Physiol. Behav.* 1997; 62(4): 713–20. [https://doi.org/10.1016/s0031-9384\(97\)90016-0](https://doi.org/10.1016/s0031-9384(97)90016-0)
31. Armstrong J.E., Hutchinson I., Laing D.G., Jinks A.L. Facial electromyography: responses of children to odor and taste stimuli. *Chem. Senses.* 2007; 32(6): 611–21. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjm029>
32. Seubert J., Rea A.F., Loughhead J., Habel U. Mood induction with olfactory stimuli reveals differential affective responses in males and females. *Chem. Senses.* 2009; 34(1): 77–84. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjn054>
33. Weber S.T., Heuberger E. The impact of natural odors on affective states in humans. *Chem. Senses.* 2008; 33(5): 441–7. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjn011>
34. Villemure C., Laferriere A.C., Bushnell M.C. The ventral striatum is implicated in the analgesic effect of mood changes. *Pain Res. Manag.* 2012; 17(2): 69–74. <https://doi.org/10.1155/2012/371362>
35. Villemure C., Bushnell M.C. Mood influences supraspinal pain processing separately from attention. *J. Neurosci.* 2009; 29(3): 705–15. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3822-08.2009>
36. Marchand S., Arsenault P. Odors modulate pain perception: a gender-specific effect. *Physiol. Behav.* 2002; 76(2): 251–6. [https://doi.org/10.1016/s0031-9384\(02\)00703-5](https://doi.org/10.1016/s0031-9384(02)00703-5)
37. Diego M.A., Jones N.A., Field T., Hernandez-Reif M., Schanberg S., Kuhn C., et al. Aromatherapy positively affects mood, EEG patterns of alertness and math computations. *Int. J. Neurosci.* 1998; 96(3–4): 217–24. <https://doi.org/10.3109/00207459808986469>
38. Knasko S.C., Gilbert A.N., Sabini J. Emotional state, physical well-being, and performance in the presence of feigned ambient odor. *J. Appl. Soc. Psychol.* 1990; 20(16): 1345–57. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1990.tb01476.x>
39. Danuser B., Moser D., Vitale-Sethre T., Hirsig R., Krueger H. Performance in a complex task and breathing under odor exposure. *Hum. Factors.* 2003; 45(4): 549–62. <https://doi.org/10.1518/hfes.45.4.549.27093>
40. Rotton J. Affective and cognitive consequences of malodorous pollution. *Basic Appl. Soc. Psychol.* 1983; 4(2): 171–91. [https://doi.org/10.1207/s15324834baspp0402\\_5](https://doi.org/10.1207/s15324834baspp0402_5)
41. Habel U., Koch K., Pauly K., Kellermann T., Reske M., Backes V., et al. The influence of olfactory-induced negative emotion on verbal working memory: individual differences in neurobehavioral findings. *Brain Res.* 2007; 1152: 158–70. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.03.048>
42. Ho C., Spence C. Olfactory facilitation of dual-task performance. *Neurosci. Lett.* 2005; 389(1): 35–40. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.07.003>
43. Barker S., Grayhem P., Koon J., Perkins J., Whalen A., Raudenbush B. Improved performance on clerical tasks associated with administration of peppermint odor. *Percept. Mot. Skills.* 2003; 97(3 Pt. 1): 1007–10. <https://doi.org/10.2466/pms.2003.97.3.1007>
44. Raudenbush B., Grayhem R., Sears T., Wilson I. Effects of peppermint and cinnamon odor administration on simulated driving alertness, mood and workload. *N. Am. J. Psychol.* 2009; 11(2): 245–56.
45. Millot J.L., Brand G., Morand N. Effects of ambient odors on reaction time in humans. *Neurosci. Lett.* 2002; 322(2): 79–82. [https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(02\)00092-7](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(02)00092-7)
46. Michael G.A., Jacquot L., Millot J.L., Brand G. Ambient odors influence the amplitude and time course of visual distraction. *Behav. Neurosci.* 2005; 119(3): 708–15. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.119.3.708>
47. Moss L., Rouse M., Wesnes K.A., Moss M. Differential effects of the aromas of Salvia species on memory and mood. *Hum. Psychopharmacol.* 2010; 25(2): 388–96. <https://doi.org/10.1002/hup.1129>
48. Moss M., Hewitt S., Moss L., Wesnes K. Modulation of cognitive performance and mood by aromas of peppermint and ylang-ylang. *Int. J. Neurosci.* 2008; 118(1): 59–77. <https://doi.org/10.1080/00207450601042094>
49. Martin G.N. The effect of exposure to odor on the perception of pain. *Psychosom. Med.* 2006; 68(4): 613–6. <https://doi.org/10.1097/01.psy.0000227753.35200.3e>
50. Villemure C., Slotnick B.M., Bushnell M.C. Effects of odors on pain perception: deciphering the roles of emotion and attention. *Pain.* 2003; 106(1–2): 101–8. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(03\)00297-5](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(03)00297-5)
51. Marchand S., Arsenault P. Odors modulate pain perception: a gender-specific effect. *Physiol. Behav.* 2002; 76(2): 251–6. [https://doi.org/10.1016/s0031-9384\(02\)00703-5](https://doi.org/10.1016/s0031-9384(02)00703-5)
52. Aou S., Mizuno M., Matsunaga Y., Kubo K., Li X.L., Hatanaka A., et al. Green odor reduces pain sensation and fatigue-like responses without affecting sensorimotor function. *Chem. Senses.* 2005; 30(Suppl. 1): i262–3. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjn215>
53. Heiser C., Baja J., Lenz F., Sommer J.U., Hormann K., Herr R.M., et al. Effects of an artificial smoke on arousals during human sleep. *Chemosens. Percept.* 2012; 5(3–4): 274–9.
54. Stuck B.A., Baja J., Lenz F., Herr R.M., Heiser C. Co-stimulation with an olfactory stimulus increases arousal responses to trigeminal stimulation. *Neuroscience.* 2011; 176: 442–6. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.01.009>
55. Grupp K., Maurer J.T., Hormann K., Hummel T., Stuck B.A. Chemosensory induced arousals during sleep in premenopausal women. *Neurosci. Lett.* 2008; 444(1): 22–6. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.08.018>
56. Torii S. Odour mechanisms: The psychological benefits of odours. *Int. J. Aromather.* 1997; 8(3): 34–9. [https://doi.org/10.1016/S0962-4562\(97\)80008-2](https://doi.org/10.1016/S0962-4562(97)80008-2)
57. Goel N., Kim H., Lao R.P. An olfactory stimulus modifies nighttime sleep in young men and women. *Chronobiol. Int.* 2005; 22(5): 889–904. <https://doi.org/10.1080/07420520500263276>
58. Schredl M., Atanasova D., Hormann K., Maurer J.T., Hummel T., Stuck B.A. Information processing during sleep: the effect of olfactory stimuli on dream content and dream emotions. *J. Sleep Res.* 2009; 18(3): 285–90. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2009.00737.x>
59. Prescott J. Chapter 35. Multimodal Chemosensory Interactions and Perception of Flavor. In: Murray M.M., Wallace M.T., eds. *The Neural Bases of Multisensory Processes*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor and Francis Group; 2012: 703–16.
60. Ramaekers M.G., Boesveldt S., Lakemond C.M., van Boekel M.A., Luning P.A. Odors: appetizing or satiating? Development of appetite during odor exposure over time. *Int. J. Obes. (Lond.)* 2014; 38(5): 650–6. <https://doi.org/10.1038/ijo.2013.143>