



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

Гормональная регуляция при формировании чувства влюбленности

Выпускная квалификационная работа по направлению
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность программы бакалавриата

«Биология. Химия»

Форма обучения очная

Проверка на объем заимствований:

75,11 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

« 28 » 05 2021 г.

Зав. кафедрой Химии, экологии и
методики обучения химии
(название кафедры)

ср Сутягин А.А.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-501/068-5-1

Вайсман Виктория Олеговна Вайсман

Научный руководитель:

к.х.н., доцент

ср Сутягин Андрей Александрович

Челябинск

2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. РОЛЬ ГОРМОНОВ В РЕГУЛЯЦИИ ПОВЕДЕНИЯ, ЧУВСТВ И ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА.....	9
1.1 Общие представления о гормональной регуляции и механизмах действия гормонов	9
1.2 Участие гормонов в формировании поведения и эмоций человека	14
1.3 Научные подходы к изучению чувств «любовь» и «влюбленность».....	17
1.4 Гормоны и биологически активные вещества, участвующие в формировании чувства любви	Ошибка! Закладка не определена.
Выводы по первой главе.....	41
ГЛАВА 2. СИНТЕЗ ФЕНИЛЭТИЛАМИНА И ЕГО МОЛЕКУЛЯРНОЕ СВЯЗЫВАНИЕ β -ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ.....	43
2.1 Подходы к лабораторному синтезу фенилэтиламина	43
2.2 Молекулярное связывание фенилэтиламина β -циклодекстрином ..	47
Выводы по второй главе.....	50
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СОБЫТИЯ «О ЛЮБВИ С ПОЗИЦИИ ХИМИИ».....	51
3.1 Образовательное событие как одна из форм внеурочной работы ...	51
3.2 Этапы подготовки и сценарий образовательного события «О любви с позиции химии»	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	67
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Спектр ЯМР на ядрах ^1H фенилэтиламина (синтез 1)..	74
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Спектр ЯМР на ядрах ^1H фенилэтиламина (метод 2) ...	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Спектр ЯМР на ядрах ^1H соединения включения β -циклодекстрин : фенилэтиламин	Ошибка! Закладка не определена. 6

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Многие специалисты, исследующие природу человека, высказывают мысль о том, что главное, что его интересует – это он сам. При этом человек может заинтересоваться тем, почему он такой, и чем обусловлено его поведение в конкретных жизненных ситуациях. Таким образом, человек пытается понять механизмы своего поведения.

Изучая социальные аспекты поведения человека, необходимо помнить о том, что в основе его формирования лежат биологические процессы. Подавляющее большинство сложных форм психической активности человека, реализующихся в определенных формах поведения, имеют четкую биологическую основу, а само поведение может рассматриваться как адекватное приспособление к изменяющимся условиям окружающей среды [22].

Живой организм выступает как саморегулирующаяся система, в которой основой физиологической регуляции выступает передача и переработка информации. Материальным носителем информации выступает сигнал, в форме которого эта информация переносится. В качестве такого сигнала могут выступать химические молекулы и изменение их концентраций. В результате основой биологической природы поведения выступает химическая составляющая живого организма [39]. Так, гуморальная регуляция (эфферентная часть) человеческой деятельности осуществляется за счет химических веществ – гормонов, распределенных в биологических средах (кровь, лимфа, межклеточная жидкость), а точками взаимодействия, с которым взаимодействуют биологически активные вещества, выступают клеточные рецепторы. Гормоны могут ослаблять или усиливать действие нервной системы на течение физиологических процессов, действовать самостоятельно, регулируя поведенческие реакции человека.

Одним из важнейших состояний человека, формирующих его поведение, является влюбленность, которая может перерасти в важнейшее эмоциональное состояние – любовь. Влюбленность и любовь – одни из самых загадочных явлений, характеризующих человека. Предпринимались многочисленные разносторонние попытки его исследования, которые часто приводили к взаимоисключающим результатам: от понимания любви как следствия биологического инстинкта размножения, существенно приукрашенного человеком, до возвышенного чувства или эмоционального состояния человеческого индивида. Различия в понимании и подходах к этому процессу привели к тому, что в науке, несмотря на множество исследований, на сегодняшний день отсутствует единая концепция любви, и не решен вопрос о ее происхождении и сущности. Нет также четкого определения и характеристики границ между двумя связанными, но не идентичными понятиями: влюбленность и любовь. Ряд ученых до сих пор высказывает сомнения относительно существования данных явлений [40].

В то же время, несмотря на разнообразие подходов к исследованию феномена влюбленности и любви, большинство авторов сходится в признании химического начала этих глубоких социальных явлений. Естественные науки рассматривают любовь как последовательность определенных химических реакций, происходящих в мозгу человека, результатом которых является выработка гормонов: дофамин, серотонин, адреналин, эндорфин, окситоцин и вазопрессин. Каждый из гормонов вырабатывается лишь на определенных этапах отношений. Поскольку действие данных веществ приводит к формированию особых специфических проявлений, исследование их поведения, а также действия различных факторов на данные вещества остается важной практической задачей.

Цель и задачи. Целью исследования является изучение роли биологически активных соединений – гормонов в формировании чувства влюбленности. Достижение цели возможно через решение ряда задач:

1) проанализировать литературные источники, посвященные исследованию формирования чувства влюбленности на биохимическом уровне;

2) осуществить синтез нейромедиатора – 2-фенилэтиламина, участвующего в формировании первых стадий чувства влюбленности у человека;

3) изучить возможность инкапсуляции 2-фенилэтиламина молекулярным контейнером – β -циклодекстрином;

4) разработать и апробировать образовательное событие «О любви с позиции химии» для обучающихся 10 классов.

Объект исследования: биологически активные вещества, участвующие в формировании чувства влюбленности.

Предмет исследования: гормональная регуляция формирования чувства влюбленности.

При выполнении работы использованы следующие **методы:**

1) литературный анализ;

2) методы органического синтеза и анализа: перегонка, экстракция, тонкослойная хроматография, спектроскопия ядерного магнитного резонанса на ядрах ^1H (метод протонного магнитного резонанса).

Теоретическая / практическая значимость. Материалы данной работы могут быть использованы в фармакологической практике для создания препаратов, содержащих инкапсулированный фенилэтиламин для улучшения его характеристик. Теоретическое содержание работы может быть использовано при подготовке материала для изучения биологически активных соединений на уроках химии и биологии, а также во внеурочной работе обучающихся.

Научная новизна. В работе проведен сравнительный анализ методов синтеза фенилэтиламина – начального соединения в синтезе нейромедиаторов.

Апробация. На базе КГУ "Качарская общеобразовательная школа №1 отдела образования города Рудного" Управления образования акимата Костанайской области подготовлено и проведено образовательное событие «О любви с позиции химии» для обучающихся 10 классов.

Материалы работы опубликованы в **сборниках научных трудов:**

1. Сутягин А.А. Синтез и молекулярное связывание фенилэтиламина / А.А. Сутягин, В.В. Меньшиков, В.О. Вайсман // **Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследования, инновации и технологии : Материалы научных трудов XIV Международной научно-практической конференции.** – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2020. – С. 68-70.

2. Вайсман В.О. Факторы выделения биологически активных веществ и чувство влюбленности человека / В.О. Вайсман, А.А. Сутягин // **Экология XXI века: синтез образования и науки : Материалы VI Международной очно-заочной научно-практической конференции.** – Челябинск : Изд-во ЮУрГГПУ, 2020. – С. 126-131.

3. Вайсман В.О. Формирование чувства любви с позиции химика / В.О. Вайсман, А.А. Сутягин // **Актуальные проблемы химического образования : Материалы Всероссийской научно-практической конференции учителей химии и преподавателей вузов, посвященной 150-летию Периодического закона и Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.** – Пенза : Пензенский государственный университет, 2020. – С. 180-182.

4. Вайсман В.О. Молекулярная инкапсуляция фенилэтиламина циклодекстрином / В.О. Вайсман, А.А. Сутягин // **Проблемы теоретической и экспериментальной химии : Тезисы докладов XXX Россиской молодежной научной конференции с международным участием.** – Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2020. – С. 407.

5. Вайсман В.О. Организация и сопровождение образовательного события «От химии влюбленности до химии любви» во внеурочной работе

/ В.О. Вайсман // Тьюторское сопровождение в системе общего, дополнительного и профессионального образования : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Челябинск : ЮУрГГПУ, 2021. – В печати.

Материалы работы были представлены на конкурсах научно-исследовательских работ студентов:

1. Международный конкурс исследовательских работ в области биологических и химических наук «Intercllover-2020». Нижний Новгород, 2020 г – диплом лауреата.

2. XXI Международный конкурс научно-исследовательских работ PTSCIENCE. Москва, Всероссийское общество научно-исследовательских разработок, 2020 г. – диплом I степени.

3. Всероссийский (с международным участием) конкурс исследовательских, проектных и научно-методических работ учащихся и студентов «Как прекрасен этот мир». Бийск, АГГПУ, 2020 г. – I место

4. V Всероссийский студенческий конкурс исследовательских проектов «Химия в жизни общества». Саранск, МордГПИ, 2020 г. – диплом победителя.

5. Всероссийский конкурс научно-исследовательских и методических работ педагогов, студентов и учащихся «Наука. Инновации. Творчество» – 2020. Бийск, АГГПУ, 2020 г. – I место.

6. Конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ». Челябинск, ЮУрГГПУ, 2020. – диплом победителя.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованных источников и приложения.

Работа изложена на 76 страницах, содержит 1 таблицу и 27 рисунков.

ГЛАВА 1. РОЛЬ ГОРМОНОВ В РЕГУЛЯЦИИ ПОВЕДЕНИЯ, ЧУВСТВ И ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

1.1 Общие представления о гормональной регуляции и механизмах действия гормонов

Одним из обязательных свойств живой системы и жизни является регулируемость, обеспечивающая способность организма сохранять состояние устойчивого неравновесия и поддерживать в допустимых пределах гомеостаз (постоянство внутренней среды). Регуляторная система организма обеспечивает объединение структурных элементов организма в единое целое (интегративная функция), обеспечивая слаженную работу системы для обеспечения благополучия всего организма (координационная функция).

Традиционно с позиции физиологии различают две регуляторные системы: нервную и эндокринную. Первая наиболее важна при контакте организма с окружающей средой, вторая (гормональная) регулирует внутреннюю среду организма.

Гормональная регуляция – направленное изменение физиологических функций, обусловленное действием гормонов и биологически активных веществ. Это специализированная форма гуморальной регуляции, при которой гормоны ослабляют или усиливают действие нервной системы на течение физиологических процессов или действуют самостоятельно.

Гормональные эффекты развиваются с большим латентным периодом, протекают медленнее и более продолжительно по сравнению с нервной регуляцией. По отношению друг к другу гормоны могут играть вспомогательную роль, подавлять действие другого гормона в клетках-мишенях, блокировать или стимулировать секрецию другого гормона [28].

Гормоны обеспечивают нормальную регуляцию, а также необходимы для реакции на любые неблагоприятные факторы. При этом реализуется два

типа связей: прямые (обеспечиваются только гормоном) и обратные (обеспечиваются как гормоном, так и продуктом реакции) [20].

Обратная связь представляет собой передачу информации от управляемого элемента к управляющему механизму, при этом второй получает информацию о состоянии первого. При прерывании нормальных обратных связей происходит нарушение механизмов регуляции, что вызывает гормональные нарушения и заболевания, связанные с накоплением метаболитов [31].

Положительные обратные связи менее распространены и реализуются в том случае, когда необходимо эффективное и быстрое включение системы. Например, норадреналин и кортиколиберин (гормоны основных стрессовых систем), активируют освобождение друг друга. Малые дозы эстрадиола стимулируют систему гонадолиберин – лютеинизирующий гормон, увеличивая секрецию эстрадиола фолликулами яичника [28].

Более распространены и играют более важную роль отрицательные обратные связи, которые делят на внутрисистемные и межсистемные. Примером внутрисистемных связей, обеспечивающих самоограничение секреции гормона, является ингибирование периферическим гормоном всей гормональной системы либерин – тропин – периферический гормон (тиреотропный, глюкокортикостероиды, тестостерон, эстрадиол) на уровнях гипоталамуса и гипофиза. Дофамин через α_2 -адренорецепторы пресинаптического нейрона ингибируют освобождение норадреналина в синапс.

Межсистемные отрицательные обратные связи замыкаются как самим гормоном, так и вызванным им сдвигом. Например, при адреналиновой гипергликемии происходит увеличение секреции инсулина за счет стимуляции β -клеток островков Лангерганса как адреналином, так и глюкозой, а также снижается секреция гонадотропного гормона. Гипотензия стимулирует выделение норадреналина и альдостерона [31].

К особенностям гормональной регуляции можно отнести [5]:

1) целесообразность – как любая регуляция, гормональная регуляция возникла в процессе эволюции как полезное изменение. Как недостаток, так и избыток секреции гормонов может привести к негативным последствиям;

2) обратимость действия (временность реакции на гормон) – готовности реагировать на изменение ситуации для предупреждения опасной или длительно избыточной функции гормональных систем. Эта особенность обеспечивается как дозированным освобождением гормона и отрицательными обратными связями, так и ферментативным метаболизмом гормонов, их обратным захватом пресинаптическим нейроном с переносом в везикулы. В итоге гормон инактивируется, его действие ослабляется или прекращается;

3) множественность регуляций – одинаковый конечный эффект целой группы гормонов. Например, эффект удовольствия вызывают как дофамин, так и опиоиды;

4) дуализм регуляций – один и тот же гормон в разных условиях и через разные механизмы может проявлять прямо противоположные эффекты. Например, адреналин в брюшной полости и коже суживает сосуды, а в скелетных мышцах – расширяет. Чаше дуализм регуляции достигается противоположными эффектами разных гормонов, но, в любом случае, он позволяет более точно стабилизировать параметры на нужном уровне и обеспечить быстроту переключения;

5) плейотропность – многообразие действия гормона на организм. Так, дофамин регулирует моторику и ингибирует секрецию пролактина, а также необходим для эмоциональных реакций, например, вознаграждения (при питании, сексе, игре, обучении, лекарственной зависимости, исследовательской и творческой активности).

Гормональная регуляция реализуется по принципу избыточности, согласно которому в организме выделяется значительно больше биологически активных веществ, чем требуется для изменения данной функции в конкретный момент. Избыток гормонов устраняется

внутриклеточными ингибиторами и веществами плазмы и тканей, ограничивающими активность гормонов [20].

Гормональная регуляция характеризуется высокой надежностью, связанной с наличием нескольких механизмов распространения гормонов, нескольких уровней регуляции их образования и мест синтеза, резервом рецепторов. В итоге гормональная регуляция обеспечивает взаимодействие различных функций, дублирует процессы, мобилизацию резервных функций.

Механизм действия гормонов заключается в опосредованном взаимодействии с клетками-мишенями, которое реализуется через белки-рецепторы, специфически связывающие гормоны, в результате чего запускается последовательность событий, приводящих к специфическим эффектам. Величина эффекта напрямую зависит от концентрации комплекса «гормон – рецептор», оба компонента которого определяют возможность процесса [12].

Основная причина наследственного дефицита рецепторов – инактивирующие мутации в генах; активирующие мутации приводят к увеличению гормональных эффектов или к появлению конститутивно активных рецепторов, активность которых может проявляться независимо от гормонов.

Существуют агонисты рецепторов – гормоны и их синтетические аналоги действующие на те же рецепторы, и антагонисты – вещества, связывающиеся с рецептором и мешающие функционированию агонистов. Концентрация и сродство к гормону также можно регулировать, подобные изменения достигаются очень быстро и приводят к изменению чувствительности клетки к гормону. Увеличение чувствительности к гормону (сенситизация) возникает при нарушении связей рецептора с нервной системой (денервации), а также при длительном действии блокаторов рецепторов. Снижение чувствительности к гормону (десенситизация) происходит при длительном действии гормона, при

лечении агонистами (возникает лекарственная зависимость и необходимость повышения доз) [28.]

Выделяют 5 основных типов рецепторов, характеризующихся своими механизмами действия гормонов [5].

1. Каналообразующие (рецепторные каналы, ионотропные – белки, объединяющие свойства рецептора и канала (в разных доменах). Связываясь со своими рецепторами, возбуждающие нейромедиаторы глутамат и ацетилхолин вызывают открытие Na^+ -каналов, а глицин и γ -аминомасляная кислота – Cl^- -каналов. Через данный тип рецепторов происходит передача нервного импульса.

2. Мембранные, сопряженные с G-белком (ГТФ-зависимым белком, самый распространенный тип) – рецептор самостоятельная молекула с тремя доменами: наружный, трансмембранный и гиалоплазматический. Второй белок (G-белок) расположен на внутренней мембране, образован тремя субъединицами. Третий белок – фермент, Ca^{2+} - или K^+ - каналы. Основные эффекты этих рецепторов: изменение метаболизма и функций, геномные эффекты.

3. Рецептор – отдельная мембранная молекула, сопряженная с другой отдельной молекулой – нерепепторной тирозинкиназой. По такому механизму действуют цитокины, соматотропный гормон, лептин, пролактин. Реализуемые эффекты – изменение метаболизма и функций, геномные эффекты.

4. Каталитические (ферментные) – рецепторы, в которых белок соединяет свойства рецептора и фермента. Белок имеет три домена: рецепторный; трансмембранный и ферментный (гуанилциклаза или тирозинкиназы). По данному механизму действует инсулин, большинство факторов роста клеток, некоторые цитокины. Основные эффекты: геномные, изменение метаболизма и функций.

5. Внутриклеточные, в которых гормон-рецепторный комплекс образуется в ядре или цитозоле. Проникая в ядро, он реализует геномные эффекты.

У большинства гормонов существует несколько типов рецепторов, через которые он может реализовать функционально близкие эффекты. Чаще разные рецепторы реализуют различные или противоположные эффекты одного гормона. Наличие нескольких рецепторов одного гормона, способность рецептора связываться с разными сигнал-трансдукторными системами способствует плейотропности, обратимости, дуализму действия гормонов.

1.2. Участие гормонов в формировании поведения и эмоций человека

Психика и поведение человека тесно взаимосвязаны с висцеральной сферой, то есть сферой внутренних органов, в том числе, с гормонами. В связи с этим, в медицине широко используются методы определения психических отклонений, основанные на измерении содержания гормонов и других биологически активных веществ в крови. В итоге, гормоны могут выступать в качестве надежных биологических маркеров психических процессов. Обеспечивая тесную взаимосвязь между психикой и соматической системой, гормоны не только служат индикатором психических изменений, но и влияют на душевное состояние человека и связанные с ним поведенческие изменения [9].

Психика связана с гормонами как прямыми, так и обратными связями, а влияние гормонов на психику может осуществляться следующими способами [20]:

- 1) участие в формировании определенных психических функций за счет влияния на развитие центральной нервной системы на ранних этапах онтогенеза;
- 2) индукция психических функций;

3) модуляция психических функций, при которой та или иная функция проявляется сильнее по мере роста содержания гормона в крови, но гормональное влияние может быть заблокировано другими факторами;

4) обеспечение психических функций – для реализации той или иной функции необходим определенный уровень гормонов в крови, но дальнейший рост их содержания в организме не ведет к увеличению интенсивности проявления данной функции.

Гормоны делают возможным и обеспечивают физическое, половое и умственное развитие, адаптацию активности физиологических систем, обеспечивают поддержание физиологических показателей на некотором постоянном уровне (гомеостатическая функция). При этом, на отдельных этапах индивидуального развития необходимо наличие определенных гормонов, участвующих в формировании конкретных психических функций. Например, половые гормоны обеспечивают развитие и функционирование имеющих признаки биологического пола живых организмов по мужскому или женскому типу. Их действие полностью проявляется с наступлением половой зрелости, достигаемой в завершении периода полового созревания, при этом формируется мужская и женская психика [9].

В формировании и развитии личности человека огромную роль играют эмоции, представляющие собой психофизиологический процесс переживаний, испытываемых человеком в ответ на какое-то событие, а также система изменений, происходящих в организме в это время на разных уровнях. В организме, реагирующем на определенные раздражители, запускается последовательность реакций, которые в итоге приводят к проявлению эмоций [35].

Например, при необходимости организма быстро отреагировать в случае опасности или при неожиданной ситуации, в крови происходит резкое повышение уровня адреналина – «гормона стресса», отвечающего за мобилизацию организма. Когда головной мозг оценивает ситуацию как

стрессовую, нейроны передают команду надпочечникам, в которых активируется синтез адреналина. При этом человека «бросает в жар» за счет резкого выброса адреналина в кровь. Происходит учащение сердцебиения, повышается тонус мышц. Такая реакция эволюционно выработана организмом для обеспечения безопасности в экстремальной ситуации. В то же время, повышенное содержание адреналина вызывает усиление психической активности, нервозность, тревогу и беспокойство [36].

Другой гормон, синтезируемый надпочечниками – дофамин, близкий по химической структуре адреналину. Дофамин участвует в «системе поощрения» организма в ситуациях, когда человек совершает действия, полезные организму или доставляющие ему удовольствие. Например, выброс дофамина происходит при употреблении сладкой пищи, когда человек знает, что данная пища даст много энергии. При этом у человека формируется поведение, направленное на повторение «полезного опыта», а выработка дофамина дает сигнал к действию при повторении события, доставившего пользу или удовлетворение. Социальный характер и высокая организация нервной системы обеспечивает работу «системы поощрения» не только в момент удовлетворения потребности, но и в ситуациях общения с близкими, попыток достижения успехов в творчестве [22].

Позитивное состояние и радостные эмоции регулируются также гормоном серотонином, отвечающим за чувство уверенности и спокойствия. Его недостаток приводит к депрессивным состояниям, а действие многие антидепрессантов основано на регуляции серотонинового обмена: блокировка рецепторов его обратного захвата, обеспечивающая циркуляцию молекул серотонина в крови [12].

Гормональный фон, то есть концентрация и относительное содержание различных гормонов в крови, обладает цикличность. В самый быстрый, суточный цикл включены гормон роста соматотропин, тестостерон и гормон стресса кортизол. В утренние часы в крови происходит повышение концентрации кортизола, в результате чего

усиливаются сердечные сокращения, активизируется углеводный обмен, и организм получает «толчок» к пробуждению. К вечеру количество кортизола падает, снижается физическая активность, человек становится более спокойным. При длительном недосыпании или чрезмерной интенсивной физической нагрузке («работа на износ») происходит нарушение суточного гормонального цикла, экскреция кортизола нарушается, и происходят эмоциональные изменения: возникает необоснованный страх, тревога, уныние и апатии. Возникает хронический стресс, прервать который можно только путем медицинского и психологического вмешательства.

Таким образом, гормоны и нейромедиаторы оказывают существенное влияние на поведение человека, вызывая ярко выраженную переменную эмоционального состояния. Часто поведение людей основывается на импульсивных порывах, что в стрессовых ситуациях является эволюционно выработанной приспособительной реакцией [22].

1.3. Научные подходы к изучению чувств «любовь» и «влюбленность»

Отношение ученых к феномену любви неоднозначно и часто скептическое. Многие не признают любовь предметом, достойным научных исследований, а понятие «любовь» неприемлемым в научных дискуссиях. «Любовь – это тема поэтов и философов. Мы, ученые, не можем изучать любовь!» [33]. В то же время, вопросам происхождения любви и ее развития посвящены научные труды в разных областях и разделах современной науки.

С позиции квантовой физики природа любви раскрывается через понятие спутанного состояния – состояния системы, где по каким-то параметрам или значениям она не может быть разделена на отдельные, полностью самостоятельные части. Между взаимодействующими ранее частицами возникает квантовая связь, не зависящая от расстояния и

времени, а изменение характеристик одной составляющей может приводить к изменению состояния второй [15].

С позиции данного подхода любовная связь между людьми возникает как квантовая запутанность, они становятся как бы одним целым и неразделенным. Такое взаимодействие осуществляется на уровне энергетических и информационных потоков, а любовь выступает как единение на более тонком квантовом уровне реальности, существующем через пространство и время. Теория квантовой запутанности объясняет существование телепатических связей между влюбленными, возникновение не только любви между мужчиной и женщиной, но и намного более прочную любовь между родителями и детьми, любовь к Родине, к нематериальным предметам, формирование «высшей любви» на духовном уровне, как взаимодействия множества квантовых частиц во Вселенной [15].

Психолого-поведенческие проявления любви формируются на биологическом уровне и находят отражение в состоянии человеческого организма. Большое количество работ, связанных с исследованием этого феномена, нашло отражение в работах биологического и медицинского характера. И. М. Сеченов выделял три фазы в развитии любви [4]:

1) создание абстрактного идеала – образа, который хотел бы видеть человек;

2) встреча с объектом, похожим на идеал и абстракция объекта с идеалом – человек часто сам пытается создать соответствующий его «идеалу» образ даже там, где его нет. После этого формируются устойчивые отношения, после которых симпатия и платоническая любовь переходят в фазу страстной любви;

3) угасание страсти, становление любви – дружбы, при которой яркость страсти поддерживается только изменчивостью страстного образа. При длительном совместном проживании сумма возможных перемен в близких людях начинает снижаться, а яркость страсти исчезает.

И.М. Сеченов считал, что человек, переживший все три стадии любви, не может страстно влюбиться второй раз, а повторная страсть – это признак неудовлетворенности предыдущей влюбленностью. Он также считал, что любовь может носить длительный характер [29].

И.И. Мечников рассматривал любовь как совокупность чувств и переживаний, имеющую в основе биологическое половое влечение, усиленное психологической надстройкой. Половое чувство является общим для человека и животного, но для человека оно выступает в качестве источника высших духовных проявлений. Любовь между мужчиной и женщиной возвышает и толкает человека на самоотверженные поступки [26].

3. Фрейд рассматривал любовь как иррациональное понятие, лишенное духовного начала. По его мнению, любовь опускается до уровня первобытной сексуальности, которая выступает в качестве одного из основных стимулов развития человека [44].

За любой процесс в человеческом организме отвечает совокупность сигналов, формирующихся на молекулярном, клеточном и тканевом уровнях. Эти процессы вызывают в том числе потребность в человеческой близости: именно этот человек вызывает желание быть рядом с ним, а другой – нет. Большинство биологов сходится во мнении, что любовь зарождается на химическом уровне, становясь привычкой, остается химическим процессом, но уже на более сложном организменном уровне [23]. Но наличие высшей нервной деятельности, психологических и социокультурных аспектов значительно усложняет химические процессы, а социальная надстройка будет влиять на интерпретацию биологических сигналов [38].

С позиции нейрхимии любовь начинается с действия органического соединения – фенилэтиламина. Это стимулятор, способный включать желание быть рядом с человеком, вызывающий визуальные признаки влюбленности – дрожь и покраснение щек при виде объекта любви, желание

видеть его, прикасаться к нему. Затем в работу включается дофаминовая мотивационная система, вызывающая желание постоянно видеть человека: встретиться с ним, наблюдать со стороны, смотреть на изображение. Если результат не достигается, то в организме включается синдром отмены. Если же отношения продолжились формироваться, и человек находится рядом, то мозг адаптируется к тому, что необходимо постоянно общаться с данным человеком. Тогда пики навязчивого желания видеть снижаются, а в действие включается механизм радости от того, что необходимый вам человек рядом. При этом в процесс включаются гормоны серотонин и окситоцин [33].

Окситоцин отвечает за целый ряд физиологических функций, в том числе, за душевную и физическую близость и привязанность. Именно его выделение заставляет человека демонстрировать проявление своих чувств, как необходимости. При этом, сам окситоцин снижает первичную влюбленность, но продолжает взаимодействовать с дофаминовой системой – у человека сохраняется мотивация к близости, но добавляется необходимость оставаться рядом с партнером и доставлять ему удовольствие. Поэтому в данном случае говорят о биохимически удачных отношениях.

По какому принципу и на основе каких механизмов человек выбирает себе партнера? Биологи склоняются к биологическому инстинкту продолжения рода. Они считают, что человек выбирает партнера по большому и разнообразному набору параметров, которые даже не фиксирует мозг. Но даже если человек не планирует в результате своих отношений заводить детей, отделы головного мозга изучают партнера как потенциального самца или самку. Этот процесс неосознанный, он происходит через несколько каналов – в частности, через обоняние. Запах коррелируется с особенностями иммунного статуса и генетическими особенностями человека. Подсознательно мы ищем для размножения человека, который будет максимально отличаться от нас по этим характеристикам, чтобы получить устойчивое потомство. Важны

визуальные характеристики, в частности, понятие красоты, работающие на уровне популяций [34].

В современной науке существуют два стратегически разных мнения о гендерных особенностях формирования чувства любви. Одни ученые говорят о существовании гендерных отличий в нейрохимии, другие утверждают, что данные отличия крайне мало выражены. Ни для одного из мнений нет точных статистических доказательств, но известно, что женщины преимущественно рассматривают партнера как носителя генов для будущего ребенка и потенциального отца [51]. В такой ситуации возможно возникновение конфликта, когда мужчина обладает лучшими генами, но не соответствует образу отца. В выборе женщины может присутствовать и биологический аспект, когда на протяжении менструального цикла происходит изменение гормонального фона. В процессе овуляции она скорее будет искать идеального партнера для размножения, а в предменструальной фазе будет преобладать оценка человека как потенциального отца. Мужчины же оценивают женщину, прежде всего, как потенциальную мать [34].

С помощью метода магнитно-резонансной томографии проведены исследования функционирования мозга влюблённых мужчин и женщин в возрасте от 18-ти до 57-ми лет для анализа основных проявлений романтических чувств на разных стадиях. Первое, что начинает испытывать человек влюбляясь – чувство «особенности» и «уникальности» всего, что связано с объектом любви. Влюблённый начинает ориентироваться на объект любви, испытывает дискомфорт, когда не общается с ним и радуется, когда отношения налаживаются. У влюбленного наблюдается учащённое сердцебиение, повышенное потоотделение, связанные с увеличением выработки дофамина, вызывающего у человека восторг, прилив энергии и побуждающего к действиям ради любви.

Если при общении с партнёром наблюдается активность определённых участков нейронов, это говорит о наличии любви.

Отсутствуют доказательства того, что любовь не может продолжаться сколько угодно времени, но на неё влияет множество факторов, изменение которых практически невозможно спрогнозировать.

Романтическая любовь, связана с комплексным возбуждением нескольких отделов мозга [1].

1. Дофаминэргические подкорковые области – хвостатое ядро и скорлупа, отвечающие за чувство удовольствия и эйфорию. В них расположены рецепторы дофамина и окситоцина.

Эти же области возбуждаются под действием кокаина. Специфическое возбуждение хвостатого ядра, работа которого связана с целеполаганием, ожиданием награды и подготовкой к активным действиям, в ответ на стимулы, связанные с объектом страсти отвечает не только за эмоции, но и за мотивацию целенаправленного поведения, установку на сближение, соединение с любимым.

2. Островок и передняя часть поясной извилины имеют отношение к сексуальному возбуждению и переживанию счастливой любви.

3. Снижается возбуждение миндалины, отвечающей за страх, беспокойство, и задней части поясной извилины, активизирующейся при переживании несчастной любви или горя от утраты любимого.

4. При демонстрации влюбленным даже на долю секунды имени любимого человека, регистрируется возбуждение корковых участков мозга, отвечающих за социальное познание, концентрацию внимания и мысленный образ самого себя.

Исследования показали, что состояние влюбленности оказывает непосредственное влияние на основные процессы в работе головного мозга. Нейроны, отвечающие за критическую оценку других людей, в такие моменты подавляются. Поэтому человек зачастую слеп к недостаткам возлюбленных.

Таким образом, различные подходы к изучению феномена любви показывают, что она является сложным позитивным и мотивирующим

психическим состоянием, характеризующимся стремлением к единению с определённым человеком. Это состояние включает в себя ряд химических, эмоциональных и когнитивных процессов.

1.4. Гормоны и биологически активные вещества, участвующие в формировании чувства любви

Исследования физиологов и нейробиологов в 60-е годы XX века показали, что для передачи импульсов между нервными клетками недостаточно только электрических разрядов, а передача информации происходит по синапсам при участии нейротрансмедиаторов, или нейротрансмиттеров – биологически активных веществ, выступающих в качестве передатчиков импульсов между нервными клетками мозга.

Большинство ученых считает, что основные соматогенные признаки влечения возникают при участии эндокринной системы под гормональным воздействием физиологически активных веществ. Основное из них – тестостерон, поддерживающий сексуальное желание у женщин и мужчин.

А. Бартелс и С. Зеки в серии экспериментов выяснили, что при демонстрации людям, находящимся в состоянии «сумасшедшая любовь», фотографии любимого человека активизировались четыре области головного мозга, не возбуждающиеся при демонстрации каких-либо других фотографий. Две из этих областей находятся в части мозга, активизирующейся при приеме наркотических веществ. Две другие находятся в отделе, который активизируется при получении эмоционального вознаграждения за переживания [1].

Х. Фишер, сканируя мозг человека, определила место трех типов эмоций в мозгу: вожделения, страстного увлечения и привязанности. Каждой из этих эмоций соответствовали специфические химические реакции, активизирующие мозг при влечении [43].

Швейцарскими учеными показано, что при виде предмета обожания в организме человека вырабатываются вещества, возбуждающие состояние

эйфории в мозге, и стимулирующие двенадцать различных его частей, заставляя вырабатывать дофамин, окситоцин, адреналин и вазопрессин. Этот же самый набор веществ вырабатывается мозгом после приема кокаина. Таким образом, состояние влюбленности близко к наркотическому опьянению. Самое большое удовольствие приносит страстная любовь, в ходе которой активно работает участок мозга, ответственный за образ тела.

Ряд исследователей считает, что сексуальное влечение – результат повышенной секреции трех веществ, осуществляющих связь между клетками мозга: норэпинефрин, дофамин и фенилэтиламин. Эти вещества стимулируют работу нервной системы, являясь нейромедиаторами, по химическому составу похожими на амфетамины. Они способны вызывать эффект восторга, головокружения, эйфории, повышенного сексуального влечения, сопутствующие состоянию влюбленности. Система синтеза этих веществ начинает работать сразу при появлении сексуально привлекательного объекта, включая призыв к действию, и человек начинает чувствовать сексуальное влечение [7].

Фенилэтиламин начинает вырабатываться головным мозгом, как только мы встречаем человека, который нас привлекает. Сигнал о привлекательности вызывают оптические впечатления (отсюда появление фразы «Любовь с первого взгляда»). Синтез фенилэтиламина в мозгу и его распределение по нервной системе вызывают сексуальное влечение при взгляде на любимого, и стремления к нему, если его нет рядом [53].

Влияние фенилэтиламина на формирование состояния влюбленности у человека объясняют на основе психохимической гипотезы о влюбленности М. Либовица. Изучая состояние влюбленности, он выделил две ее фазы [8]:

- 1) фазу радужных надежд, вызванную высвобождением в мозгу фенилэтиламина – человек впадает в эйфорию, ослабевают способность к критическому мышлению, повышается энергия, растет уверенность в

собственных силах. В таком состоянии может возникать бессонница и отсутствие аппетита, но человек не чувствует усталости и голода;

2) фаза взаимной привязанности, вызванная воздействием эндорфинов – человек ощущает себя привязанным к партнеру, не обращает внимания на других представителей противоположного пола. Находясь рядом с любимым человеком, он получает истинное удовольствие.

Исходя из данной химической версии, существует взлеты и падения состояния влюбленности. Оно напоминает «амфетаминовый взлет» при приеме наркотических средств, в конце которого происходит падение и разочарование, вызванные способностью организма человека вырабатывать толерантность к нейромедиаторам. Постоянных стимулов сигналов одной величины к выработке фенилэтиламина постепенно становится недостаточно, возникает недостаток вещества, сексуальное влечение к партнеру постепенно снижается, вплоть до исчезновения. Время, которое человек проводит в фазе влюбленности, индивидуально. Один из партнеров может «остыть» быстрее, тогда для второго разрыв станет аналогом наркотической «ломки», приносящей физическую боль. Реакция на разрыв с любимым человеком также очень индивидуальна и зависит, в том числе, от генетических характеристик. Люди с высоким уровнем моноаминоксидазы очень быстро переходят в стадию привязанности, а люди с низким ее уровнем могут вообще не достигать привязанности, часто меняя партнеров.

Химическая версия М. Либовица убедительно объясняет недолговечности сексуального влечения и краткость страстной влюбленности. Но она же может объяснить многолетнее влечение и поддержание любви на протяжении всей жизни. Считается, что со временем в организме человека начинают вырабатываться эндорфины –нейромедиаторы, способствующие перерастанию влечению в привязанность. Они действуют подобно морфину: успокаивают, приносят умиротворение и чувство безопасности. Но гипотеза М. Либовица не подтверждена окончательно. Например,

известно, что время существования фенилэтиламина очень мало по сравнению с другими нейроаминами.

Процесс формирования чувства любви делят на поведенческих стадии, на каждой из которых принимают участие определенные химические соединения:

1) вождление, или похоть. Поведение человека на этой стадии регулируется, преимущественно, эстрогенами и тестостероном. Эти гормоны поддерживают чувство вождления в мозге, а лимбические процессы снижают стресс и дают прилив энергии, необходимый для ухаживания;

2) влечение. Человек начинает чувствовать любовь, его непреодолимо тянет к объекту любви, влечение вызывает возбуждение. В процессе участвуют нейромедиаторы, радикально меняющие личность человека: адреналин, дофамин и серотонин;

3) привязанность. Связь влюбленных становится очень сильной. Отношения переходят на более продвинутый уровень, у пар часто появляется сильное желание завести детей, проявлять заботу о них. На этой стадии основную роль играют окситоцин и вазопрессин.

Рассмотрим основные нейромедиаторы, принимающие участие в формировании чувства любви на разных стадиях.

Тестостерон ((17-β)-17-гидроксиандрост-4-ен-3-он) (рисунок 1):

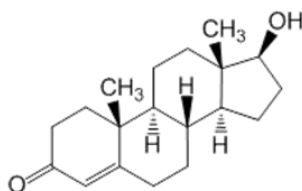


Рисунок 1 – Структурная формула тестостерона

Основной мужской половой гормон, андроген. Это стероидный гормон, синтезируемый в организме из холестерина (рисунок 2):

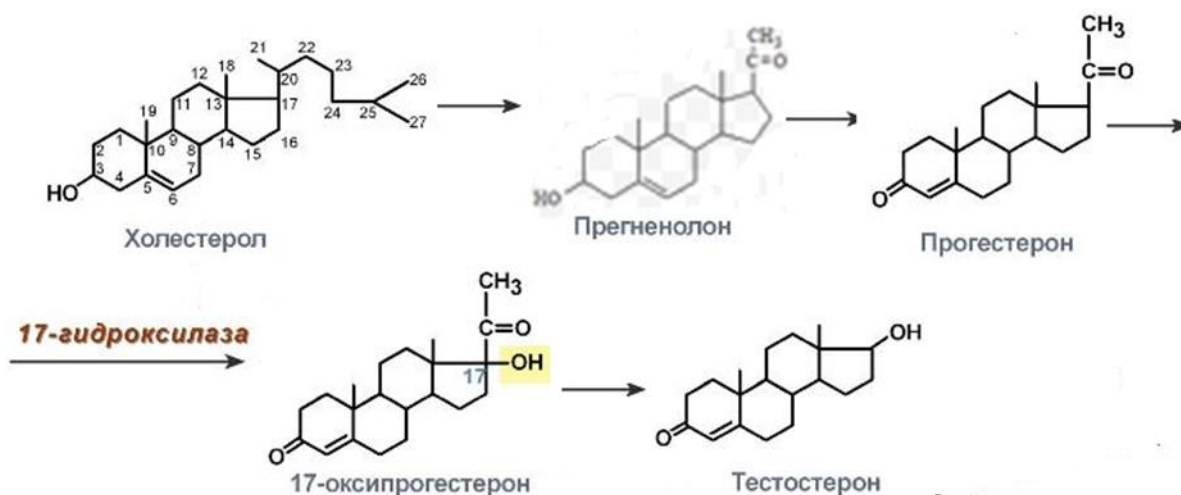


Рисунок 2 – Схема биосинтеза тестостерона

Естественный тестостерон синтезируется в основном в половых железах: у мужчин в семенниках; у женщин (в меньшей степени) – в яичниках. Небольшое количество гормона у представителей обоих полов синтезируется в надпочечниках.

Действие тестостерона чаще всего связывают с сексуальными функциями. Он играет важную роль в производстве сперматозоидов и регулирует половое поведение. Слабая секреция тестостерона вызывает мужской гипогонадизм, симптомами которого могут быть импотенция, снижение полового влечения, утомляемость, депрессивное настроение, отсутствие, недоразвитость или регресс вторичных половых признаков [27].

У мужчин повышение уровня тестостерона связано с периодами сексуальной активности. Так, он возрастает в среднем на 35 % у мужчин при просмотре сексуальных фильмов, при этом максимум приходится на период через 1-1,5 часа после окончания фильма. У мужчин уровень тестостерона, регулирующего мужское брачное поведение, зависит от того, подвержен он запаху овулирующей или неовулирующей женщины. Мужчины, подвергающиеся воздействию запахов овулирующих женщин, поддерживали уровень тестостерона выше, чем у мужчин, подвергшихся воздействию неовуляционных сигналов [46].

У женщин тестостерон модулирует физиологию влагалищной ткани и способствовать сексуальному возбуждению женских половых органов.

Уровень тестостерона у женщин возрастает после полового акта и после объятий, а также при появлении сексуальных мыслей [27].

Сам по себе тестостерон мало активен. Для того, чтобы воздействовать на рецепторы клеток, необходимо его взаимодействие с ферментом 5- α -редуктазой с образованием биологически активной формы – дигидротестостерона (рисунок 3):

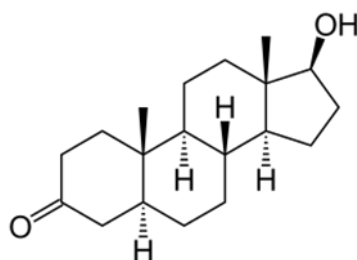


Рисунок 3 – Структурная формула дигидротестостерона

При полном отсутствии или низкой активности фермента развивается нечувствительность тканей к тестостерону, что приводит к рождению ребенка мужского пола, но с женскими наружными половыми органами или с недоразвитыми мужскими половыми органами.

Эстрогены – группа стероидных женских половых гормонов, производимых фолликулярным аппаратом яичников у женщин. В организме человека в регуляции половых отношений принимают участие два типа: эстрадиол и эстрон.

Эстрадиол ((17- β)-эстра-1,3,5(10)-триен-3,17-диол) (рисунок 4):

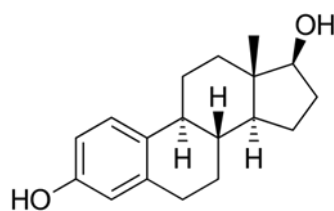


Рисунок 4 – Структурная формула эстрадиола

Наиболее активный эстроген, вырабатываемый в гранулезной ткани фолликулярного аппарата яичников. Гормон синтезируется в организме из тестостерона. В небольших количествах он вырабатывается корой надпочечников как у мужчин, так и у женщин, а также яичками у мужчин. Но основным источником эстрадиола у мужчин является ароматизация –

превращение тестостерона и андростендиона в эстрогены в периферических тканях при участии фермента Р450-ароматазы [51].

У небеременных женщин эстрадиол отвечает за развитие первичных и вторичных половых признаков, регулярный менструальный цикл и за сексуальное влечение.

Эстрон (3-Гидроксиэстра-1,3,5(10)триен-17-он) (рисунок 5):

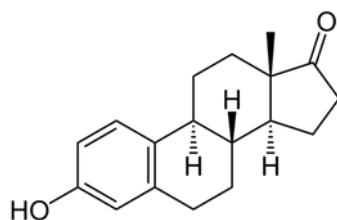


Рисунок 5 – Структурная формула эстрона

Эстрон синтезируется из андростендиона и производных прогестерона (рисунок 6):

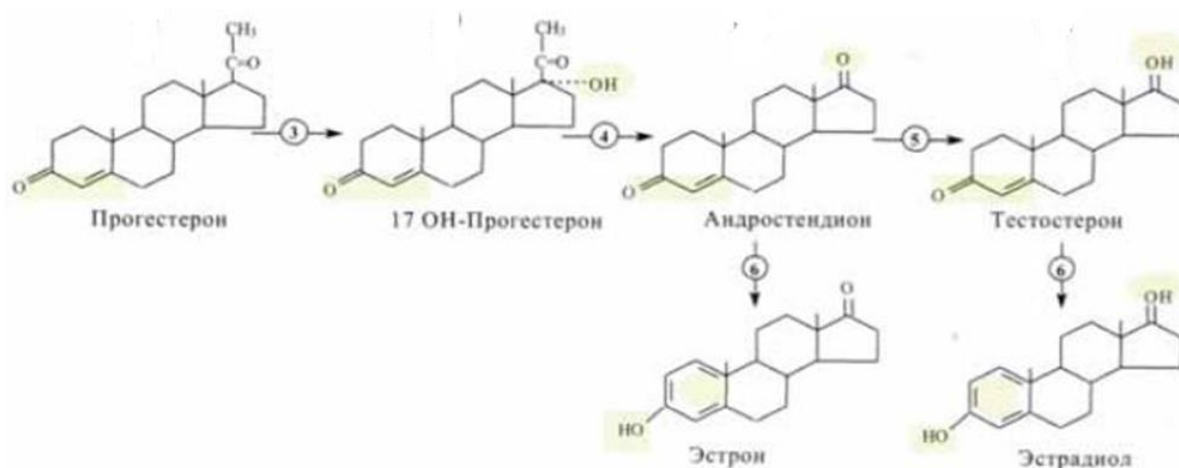


Рисунок 6 – Схема биосинтеза эстрона

Процесс синтеза запускается в начале пубертатного периода, а с наступлением климактерического периода продуцирование постепенно снижается.

Под влиянием эстрона происходят менструальные циклы и нормально функционирует репродуктивная функция. Высокое содержание эстрона указывает на пониженный метаболизм, который в свою очередь может повлиять на появление избыточной массы тела. Пониженное содержание гормона может приводить к бессоннице, раздражительности, головным

болям, депрессии и высокой утомляемости. Могут возникать проблемы с зачатием, сбой ежемесячных циклов [51].

Эстрогены у женщин усиливают секрецию влагалищной слизи, рост и дифференцировку клеток влагалищного эпителия. Подобный процесс происходит у самок млекопитающих, при этом они выделяют специфические запаховые вещества – феромоны, привлекающие самцов [51]. Кроме этого, эстрогены регулируют синтез в мозгу серотонина и дофамина.

β -фенилэтиламин (2-фенилэтиламин, фенэтиламин, 1-амино-2-фенилэтан, PEA) (рисунок 7):

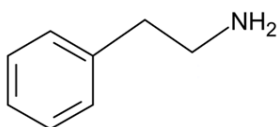


Рисунок 7 – Структурная формула фенилэтиламина

Биогенный амин, исходное соединение в синтезе ряда нейромедиаторов (дофамина, адреналина), его производные – психоделики и стимуляторы (амфетамины) [10].

В организме фенилэтиламин синтезируется в нейронах при декарбоксилировании фенилаланина, протекающем при участии фермента фенилаланин-декарбоксилазы и кофермента – фосфопиридоксала (рисунок 8):

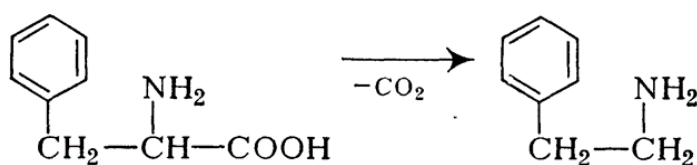


Рисунок 8 – Декарбоксилирование фенилаланина

Фенилэтиламин выступает в качестве стимулятора головного мозга, усиливающего активность основных нейротрансмиттеров: дофамина, норадреналина, серотонина. Он активирует рецептор TAAR-1, отвечающий за ингибирование обратного захвата нейротрансмиттеров. В итоге происходит повышение их концентрации в постсинаптической щели. Высвобождение нейротрансмиттеров, которые посылают химические

сигналы нервным клеткам, вызывая эмоциональные изменения в организме (радость, печаль, испуг, пробуждение) [25].

Фенилэтиламин вырабатывается в мозге в состоянии влюбленности, поэтому его называют «вещество любви». При его выбросе человек способен на поступки, не поддающиеся рациональному объяснению. Так как действие вещества напоминает амфетамины, его также называют «наркотиком любви» [10]. Исследования показали, что высокий уровень фенилэтиламина приводит к повышению полового влечения, активности в поисках удовольствия и смелости. Понижение уровня вещества приводит к потере либидо, ослабленным эмоциям и состоянию депрессии [16]. Таким образом, фенилэтиламин выступает в качестве естественного афродизиака – вещества, стимулирующего или усиливающего половое влечение.

Фенилэтиламин может попасть в организм человека экзогенным путем: он содержится в шоколаде (особенно в темном), сладостях, содержащих аспартам. Некоторое его количество присутствует в ферментированных продуктах: в некоторых сырах, в красном вине, в колбасе. Но экзогенное поступление не может привести к чувству влюбленности, что связано с коротким временем существования вещества. β -фенилэтиламин метаболизируется ферментом моноаминооксидазой В, катализирующим дезаминирование с образованием фенилуксусной кислоты. Период полураспада вещества в крови составляет 5-10 мин., дезаминирование происходит уже в желудке до попадания в кровь, что делает экзогенный амин практически бесполезным. Поэтому эффект влюбленности может вырабатывать только вещество, вырабатываемое эндогенно в мозге человека.

Дофамин (допамин, β -(3,4-дигидроксифенил)-этиламин) (рисунок 9):

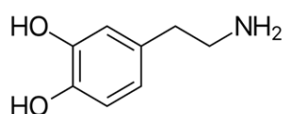


Рисунок 9 – Структурная формула дофамина

Относится к группе биологически активных аминов. Нейромедиатор, вырабатываемый в гипоталамусе. Исходными соединениями для синтеза являются фенилаланин и тирозин (рисунок 10):

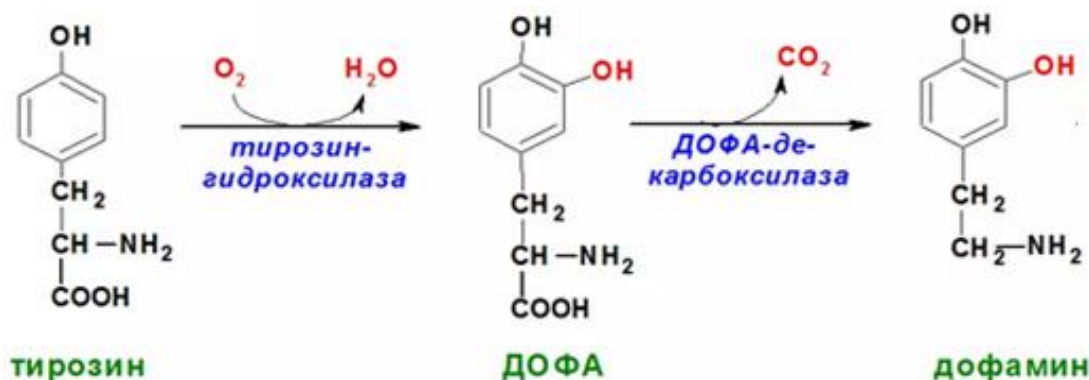


Рисунок 10 – Схема биосинтеза дофамина

Фенилаланин, окисляясь, превращается в тирозин, который подвергается в растворимой части цитоплазмы гидроксилированию с образованием диоксифенилаланина (ДОФА). Эта стадия биосинтеза является лимитирующим звеном процесса и контролируется ферментом тирозингидроксилазой в присутствии НАДФН, кислорода и тетрагидроптеридина в качестве кофактора. Фермент активируется ионами Fe^{2+} и сульфатом аммония. Следующая стадия – декарбоксилирование ДОФА, с образованием дофамина. Процесс катализируется цитоплазматическим ферментом ДОФА-декарбоксилазой, действующим в присутствии кофактора пиридоксаль-5'-фосфата [49].

Дофамин выступает в качестве одного из химических факторов внутреннего подкрепления и служит частью «системы вознаграждения» мозга, вызывая чувство удовольствия. В итоге он влияет на процессы мотивации. Гормон в больших количествах вырабатывается организмом во время положительного, по субъективному представлению человека, опыта (секс, приём вкусной пищи, приятные ощущения). Даже воспоминания о приятном приводят к увеличению уровня дофамина, что способствует закреплению данного опыта и повышению мотивации его продолжить [21].

Дофамин имеет значение для формирования чувства любви, в том числе материнской. Эксперименты с моногамными серыми полевками

Microtus ochrogaster показали, что выработка дофамина лежит в основе чувства привязанности к партнёру и супружеской верности. Д. Олдс и П. Милнер на опытах с крысами обнаружили, что дофамин – главное химическое вещество в организме человека, связанное с удовольствием [49].

Х. Фишер проводила эксперименты испытуемых с людьми, недавно переживших период сильного увлечения. Из 40 испытуемых 20 человек оставались в отношениях, а другие 20 пережили разрыв. Испытуемого помещали в томограф, где человек в течение 12 мин. попеременно сначала 30 с. смотрел на фотографию объекта любви, а затем еще 30 с. – на фотографию просто знакомого человека. Экспериментаторы анализировали гормональный фон «влюбленного мозга» и выяснили, что дофамин активно действовал при этом в разных областях мозга, включая базальные ганглии. Его активность вызывали именно фотографии возлюбленного. Также возбуждались некоторые проводящие пути в лобных долях, а миндалевидное тело (центр страха), наоборот, подавлялось [43].

При низких уровнях дофамина возможны депрессия, синдром дефицита внимания и гиперактивности, склонность к рискованным действиям и поиску легких удовольствий. Производство дофамина увеличивает кокаин и лекарства-стимуляторы. Для повышения уровня дофамина можно использовать некоторые биологически активные добавки, например аминокислоту тирозин [16].

Адреналин (эпинефрин, L-1-(3,4-дигидроксифенил)-2-метиламиноэтанол) (рисунок 11а) и норадреналин (норэпинефрин, L-1-(3,4-дигидроксифенил)-2-аминоэтанол) (рисунок 11б):

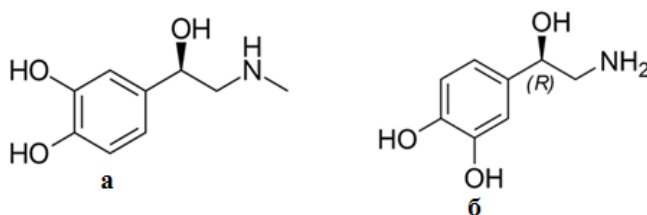


Рисунок 11 – Структура молекул адреналина (а) и норадреналина (б)

По химическому строению они относятся к катехоламинам. Синтез гормонов происходит в мозговом веществе надпочечников из тирозина, а норадреналин является предшественником адреналина (рисунок 12):

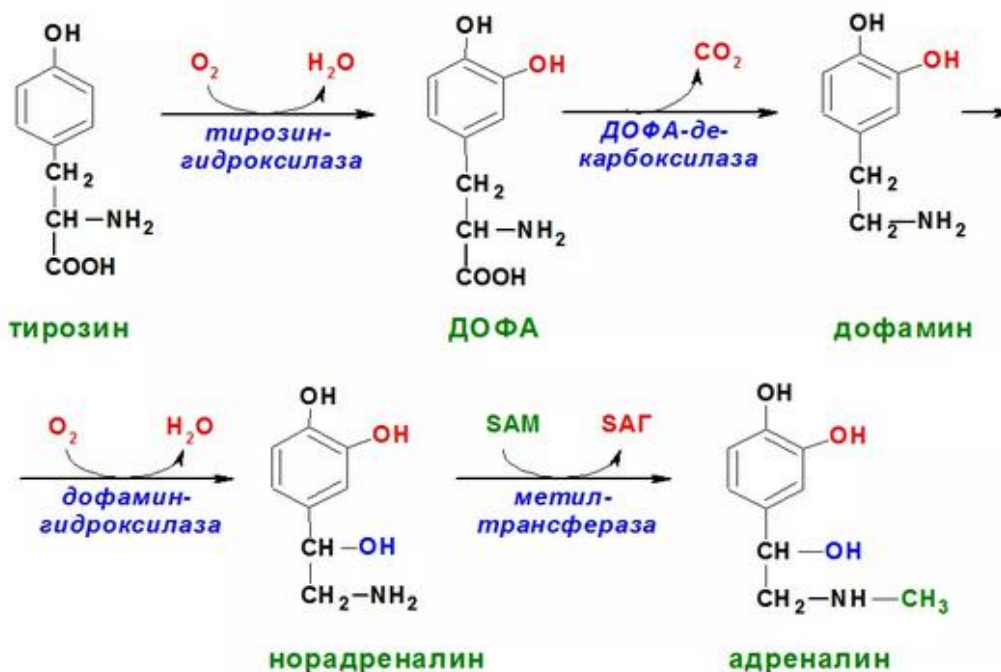


Рисунок 12 – Биосинтез адреналина и норадреналина

Адреналин также синтезируется в синапсах нервных волокон при возбуждении вегетативной нервной системы.

Действие адреналина связано с влиянием на α - и β -адренорецепторы, оно во многом совпадает с эффектами возбуждения симпатических нервных волокон. Адреналин вызывает сужение сосудов органов брюшной полости, кожи и слизистых оболочек; в меньшей степени – скелетной мускулатуры [11].

Действие норадреналина связано с преимущественным влиянием на α -адренорецепторы. Он отличается от адреналина более сильным сосудосуживающим и прессорным действием, меньшим стимулирующим влиянием на сокращения сердца, слабым действием на гладкую мускулатуру бронхов и кишечника, слабым влиянием на обмен веществ. Уровень норадреналина в крови повышается при стрессовых состояниях, шоке, травмах, кровопотерях, ожогах, при тревоге, страхе, нервном напряжении.

Адреналин и норадреналин расширяют сосуды головного мозга, при этом повышается артериальное давление, учащается сердцебиение. За счет этого эти гормоны относятся к возбуждающим нейромедиаторам: при их выбросе тело готовится к действию от общего возбуждения (при угрозе или радости), а также в присутствии потенциального любовного партнера. Они способствуют появлению сексуального возбуждения и оргазма. Когда уровень адреналина и норадреналина постоянно повышен, человек склонен к тревожности, а когда снижен – к депрессии [21].

К падению уровней адреналина и норадреналина приводят стрессы, понижение уровня эстрогена, тестостерона и прогестерона, сидячий образ жизни, неправильное питание, генетические особенности. Человек с недостатком гормонов боится пригласить потенциального партнера на свидание из-за страха разволноваться и показать свое волнение (покраснеть, вспотеть, начать заикаться).

Английские ученые проводили эксперимент для выявления связи уровня адреналина и влюбленности. Одиноким мужчин просили пройти по сильно шатающемуся навесному мосту над крутым обрывом. Испытуемые считали, что эксперимент направлен на изучение чувства страха. При спуске с моста испытуемых встречали привлекательные девушки, помогавшие заполнить анкету, после чего они давали участникам номер своего телефона, намекая на симпатию.

На следующий день проводился аналогичный эксперимент, но испытуемых предупреждали, что балки моста прочно закреплены, и проход по нему безопасен.

Из первой группы мужчин (боялись за свою жизнь) все мужчины оценили девушек, встречающих их, как очень красивых, а большинство перезвонило им, желая продолжить знакомство. Во второй группе, где мужчины не испытывали чувства опасности, девушек оценили, как милых или привлекательных, а перезвонило им лишь 40 % участников.

Позднее подобный эксперимент был проведен с девушками, которых после перехода через мост встречали красивые юноши. Девушки, которые боялись за свою жизнь, перезвонили юношам в 80 % случаев. Из второй же группы юношам перезвонили лишь в 20 % случаев.

Таким образом, было показано, что возрастание уровня адреналина способствует возникновению симпатии, поэтому многие оправданно считают, что для начала отношений лучше вместе сходить на фильм ужасов или оказаться в экстремальной ситуации.

Серотонин (5-гидрокситриптамин, 5-НТ) (рисунок 13):

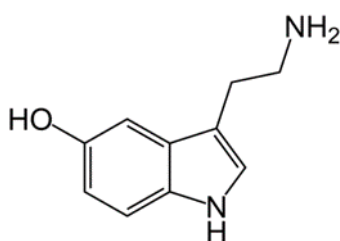


Рисунок 13 – Структурная формула серотонина

По химическому строению он относится к классу триптаминов. Его называют «гормоном хорошего настроения» и «гормоном счастья» [13].

В организме серотонин синтезируется из триптофана путём последовательного 5-гидроксилирования с участием фермента 5-триптофангидроксилазы (образуется 5-гидрокситриптофан, 5-ГТ). Гидроксилирование происходит в присутствии ионов железа и кофактора тетрагидробиоптерина. Далее происходит декарбоксилирование, катализируемое триптофандекарбоксилазой (рисунок 14).

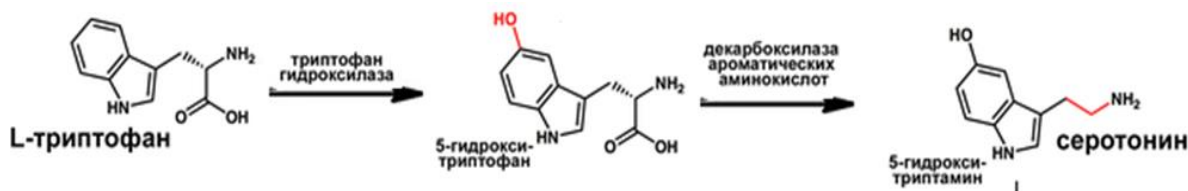


Рисунок 14 – Схема биосинтеза серотонина

Серотонин вместе с дофамином участвует в механизмах гипоталамической регуляции гормональной функции гипофиза. Стимуляция серотонинергических путей, связывающих гипоталамус с

гипофизом, вызывает увеличение секреции пролактина – действие, противоположное эффектам стимуляции дофаминергических путей [2].

Выброс серотонина сопровождается положительными переживаниями. Чувство удовлетворения после оргазма в значительной степени регулируется серотонином. Он участвует в регулировании настроения и эмоциональной гибкости. При его недостатке возможны депрессии, беспокойство, импульсивность [14]. Низкие уровни серотонина наблюдаются в период появления новой любви. Возможно, поэтому на начальных стадиях отношений люди испытывают тревожность и перепады настроения. Именно при недостатке серотонина люди склонны «зацикливаться» на определенных мыслях и моделях поведения [21]. При возникновении влюбленности человек не может думать ни о чем другом, кроме любимого человека. Думая о нем, повышается настроение, а если не удастся с ним связаться, то настроение падает. При преждевременном разрыве человек уязвим для депрессии из-за понижения уровня серотонина.

Избыток серотонина порождает чувство покоя и удовлетворения и способствует снижению мотивации. Антидепрессанты, увеличивающие количество серотонина, уменьшают полового влечения и половые функции: реципиенты теряют сексуальный интерес, и избыток серотонина снижает чувствительность в области гениталий и затрудняет получение оргазма.

В итоге, дофамин и серотонин уравнивают друг друга в мозге: при высоком уровне дофамина (происходит при новой влюбленности) уровень серотонина понижается, и тогда человек более мотивирован к размышлениям об объекте своего интереса, что приводит к влюбленности. При повышении уровня серотонина появляется удовлетворенность, снижается мотивация и отношение к любовным раздражителям становится почти индифферентным [18].

Окситоцин (L-Цистеинил-L-тирозил-L-изолейцил-L-глутаминил-L-аспарагинил-L-цистеинил-L-пролил-L-лейцилглицинамида циклический (1"б)-дисульфид) (рисунок 15):

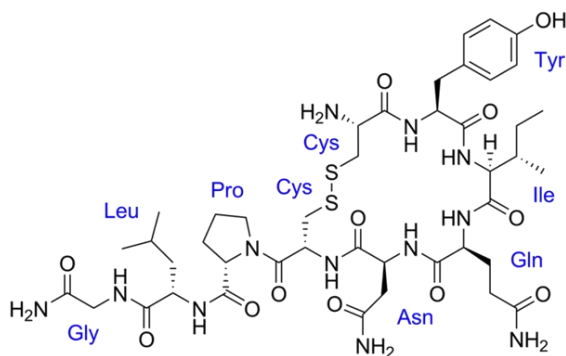


Рисунок 15 – Структурная формула окситоцина

Окситоцин – нейропептид, представляющий по химической природе олигопептидный гормон [13].

У человека ген окситоцина находится на хромосоме 20 (20p13). В пределах его кодирующих участков содержатся три экзона и два интрона. Ген окситоцина кодирует препротеин – препрогормон, состоящий из сигнального пептида, окситоцина и нейрофизина I. В процессе транспорта к терминалям по аксону препрогормон при участии фермента пептидилглицин- α -амидирующей монооксигеназы расщепляется до окситоцина и нейрофизина I. Последний, включая 93-95 аминокислотных остатков, выступает в качестве носителя окситоцина, защищая его от разрушения.

Основное место продукции окситоцина – нейроны гипоталамуса, где происходит экспрессия гена окситоцина. Из нейронов окситоцин по аксонам доставляется в нейрогипофиз, откуда через синапсы по капиллярам гормон поступает в общий кровоток.

Выделение окситоцина стимулируется при растяжении шейки матки во время родов, стимуляции сосков молочной железы в процессе грудного вскармливания, при механическом или электрическом раздражении сосков молочных желез, при половом возбуждении и стрессах. Его выделению в центральной нервной системе способствуют эстрадиол, серотонин, наркотик «экстази». Выделение окситоцина усиливает социальное взаимодействие (окситоцин – медиатор «социального мозга»). Этот гормон отвечает за социальные связи на инстинктивном уровне [48].

Окситоцин выделяется во время позитивных контактов (объятия; половой акт; грудное вскармливание младенца). Показано, что уровень гормона увеличивается во время оргазма у мужчин и у женщин. Окситоцин участвует в формировании отношения к людям, вызывает доверие, тревогу за близких, влияет на восприятие друг другом матери и ребенка в послеродовой период, вызывает влечение к противоположному полу и побуждает к тактильным контактам. Повышенное его содержания подавляет чувство страха, блокирует панику помогает оперативно принимать решения в критических ситуациях и придает уверенность в собственных действиях [18].

Влияние окситоцина на сексуальное поведение человека до конца не выяснено. Обнаружено увеличение в лимфе окситоцина при оргазме у мужчин и женщин. Предполагается, что влияние окситоцина на эластичность мышц может способствовать переносу спермы к яйцеклетке. Измерения уровня окситоцина в сыворотке крови у женщин до и после сексуального возбуждения подтвердили, что окситоцин играет важную роль в сексуальном возбуждении.

Проведённые исследования показали, что у мужчин под действием окситоцина улучшается способность понимать настроение людей по выражению лица, они чаще смотрят в глаза собеседнику, становятся более доверчивыми. Влияние окситоцина на мужскую психику состоит в избирательном повышении восприимчивости к социально значимым сигналам, имеющим «положительную» окраску (например, установление хороших отношений, дружеских и сексуальных). Введение окситоцина мужчинам усиливает «внутригрупповую любовь» и доверие к близким. Под действием окситоцина самцы крыс после спаривания становятся спокойнее и смелее. У самок млекопитающих окситоцин регулирует привязанность к своим детёнышам.

Вазопрессин (антидиуретический гормон, аргинин-вазопрессин, аргипрессин, L-Цистеинил-L-тирозил-L-фенилаланил-L-глутаминил-L-

аспарагинил-L-цистеинил-L-пролил-L-аргинилглицинамида циклический (1"б)-дисульфид) (рисунок 16):

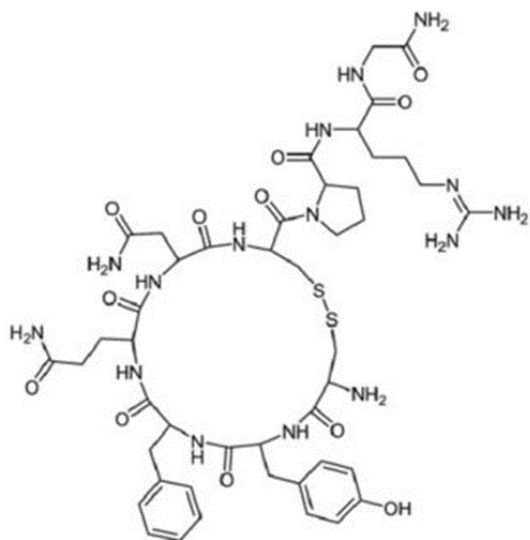


Рисунок 16 – Структурная формула вазопрессина

Также, как окситоцин, он представляет собой нейропептид, олигопептидный гормон.

Синтезируется в основном нейронами гипоталамуса, аксоны которых направляются в нейрогипофиз (задняя доля гипофиза), образуя синаптоподобные контакты с кровеносными сосудами. Гормон секретируется в кровь при возбуждении нейрона [47].

По химической природе и структуре вазопрессин сходен с окситоцином, поэтому может связываться с рецепторами к окситоцину и через них оказывает окситоцическое действие (стимул тонуса и сокращения матки). Но данный эффект у вазопрессина гораздо слабее, чем у окситоцина [42].

В головном мозге вазопрессин участвует в регуляции агрессивного поведения, а также, возможно, в механизмах памяти. Рецептор аргинин-вазопрессина в мозге играет роль в социальном поведении: нахождение партнёра, отцовский инстинкт и отцовская любовь. Так, у степных полевок повышена экспрессия вазопрессина, из-за чего они проявляют моногамию, в отличие от других видов полевок. Обнаружен эффект «повышения верности партнерше» при повышении экспрессии вазопрессиновых

рецепторов в мозге. Также, выявлена корреляция между экспрессией вазопрессина и крепостью семейных отношений у людей [47].

Некоторые психологи считают, что любовь работает на биологическом уровне. Но в отличие от других положительных эмоций (радость, счастье) любовь рождается в отношениях двух людей. Наша «биологическая система влюбленности» работает благодаря трем элементам: зеркальным нейронам, окситоцину и блуждающему нерву. То есть, влюбленность – чисто биологическое, а, следовательно, преходящее чувство. Большинство гормонов, принимающих участие в формировании состояния влюбленности, относятся к группе катехоламинов. Стимуляция чревного нерва приводит к выделению катехоламинов, процесс стимуляции контролируется гипоталамусом и стволом мозга. Начинаясь на химическом уровне, продолжаясь физиологически и проявляясь социально, процесс влюбленности находится под контролем нервно-гуморальной системы человека [52].

В основе влюбленности и любви лежат химические процессы и биологическая система человека. Но любовь обладает философскими и духовными качествами, которые не могут сводиться к вопросу химических реакций и нейронов. Возможно создание веществ, усиливающих сексуальное влечение и любовные ощущения. Но они предназначены не для создания любви, а для лечения конкретных отклонений.

Выводы по первой главе

1. Гормоны выступают в качестве биологически активных веществ, обеспечивающих нормальную регуляцию, а также необходимых для реакции организма на неблагоприятные факторы. Механизм действия гормонов заключается в опосредованном взаимодействии с клетками-мишенями по принципу прямых и обратных связей, в результате чего запускается последовательность событий, приводящих к специфическим

эффектам, величина которых определяется концентрацией комплекса «гормон – рецептор».

2. Гуморальная система выступает в качестве важнейшего регулятора поведения и эмоциональных проявлений человека. Гормоны могут выступать в качестве надежных биологических маркеров психических процессов.

3. Гормональная система выступает в качестве запускающего механизма и регулятора состояния влюбленности и любви. Основная роль в формировании данных состояний принадлежит катехоламинам, процесс выделения которых контролируется гипоталамусом и стволом мозга. Начинаясь на химическом уровне, продолжаясь физиологически и проявляясь социально, процесс влюбленности находится под контролем нервно-гуморальной системы человека.

ГЛАВА 2. СИНТЕЗ ФЕНИЛЭТИЛАМИНА И ЕГО МОЛЕКУЛЯРНОЕ СВЯЗЫВАНИЕ β -ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ

2.1 Подходы к лабораторному синтезу фенилэтиламина

Фенилэтиламин вырабатывается в мозге в состоянии влюбленности, поэтому его называют «вещество любви» или «наркотиком любви». При его выбросе человек способен на поступки, не поддающиеся рациональному объяснению, а действие вещества напоминает амфетамины. Высокий уровень фенилэтиламина приводит к повышению полового влечения, активности в поисках удовольствия и смелости. Понижение уровня вещества приводит к потере либидо, ослабленным эмоциям и состоянию депрессии. Таким образом, фенилэтиламин выступает в качестве естественного афродизиака. Кроме того, в медицине данный препарат используется как антидепрессант, препарат, повышающий внимание и память, средство при лечении алкогольной и наркозависимости и при других неврологических и поведенческих нарушений.

В литературе описаны различные способы получения 2-фенилэтиламина. Наиболее распространенным является восстановление фенилацетонитрила различными восстановителями (газообразный водород в метаноле или жидком аммиаке на никеле Ренея; боргидрид цинка) [6] (рисунок 17):

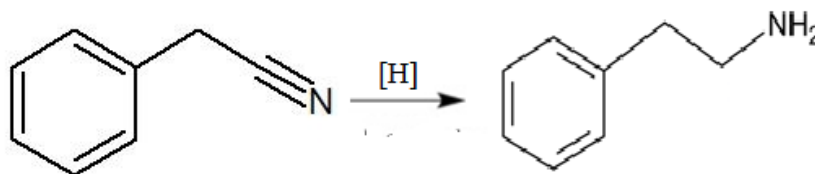


Рисунок 17 – Схема восстановления фенилацетонитрила

Другой способ предполагает электрохимическое восстановление фенилацетонитрила на никелевых или железных катодах в водно-этанольном растворе сульфата аммония (рисунок 18):

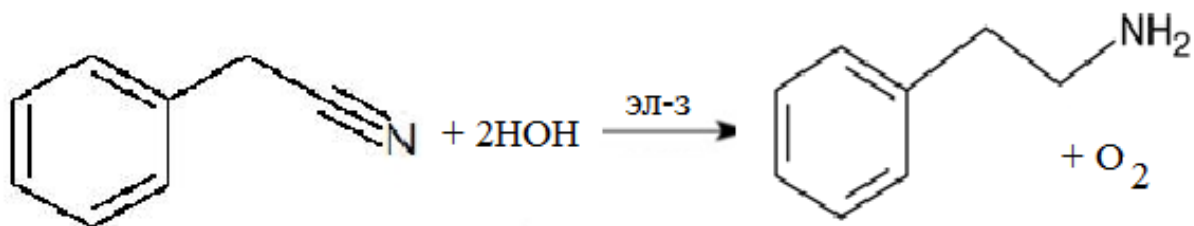


Рисунок 18 – Схема электрохимического восстановления фенилацетонитрила

Возможно восстановление нитростирена алюмогидридом лития в эфире (рисунок 19) [32]:



Рисунок 19 – Схема восстановления нитростирена

В литературе также описано восстановление 5-фенил-2-оксазолидона смесью газообразного водорода, этанола и метанола на палладиевом катализаторе (рисунок 20) [6]:

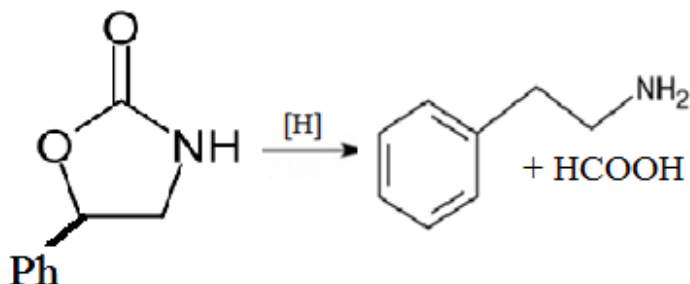


Рисунок 20 – Схема восстановления 5-фенил-2-оксазолидона

Нами проведен направленный синтез 2-фенилэтиламина двумя путями: восстановлением фенилацетонитрила и декарбоксилированием натриевой соли фенилаланина.

Для синтеза по первому пути к 2,0 г (0,017 моль) фенилацетонитрила в 30 мл водного этилового спирта (ρ 0,88 г/см³) прибавляли тремя порциями 0,75 г (0,034 моль) боргидрида лития. Полученный раствор перемешивали в течение 6 часов при комнатной температуре. Раствор отфильтровывали на воронке Бюхнера, осадок промывали этанолом (3 порции по 10 мл). Из фильтрата отгоняли спирт и воду. Остаток перегоняли, отбирая фракцию,

кипящую в интервале 160-200 °С. Из перегнанного густого раствора экстрагировали фенилэтиламин диэтиловым эфиром (3 порции по 10 мл). Экстракт упаривали на водяной бане.

В то же время, после упаривания и стояния на воздухе продукт превратился в твердый порошок, представляющий собой, скорее всего, карбонат фенилэтиламина.

При синтезе по второму пути смешали насыщенный раствор гидроксида натрия (1,21 г; 0,03 моль в 1,5 мл воды) и раствор 2,0 г (0,012 моль) фенилаланина в 50 мл воды (рисунок 21):

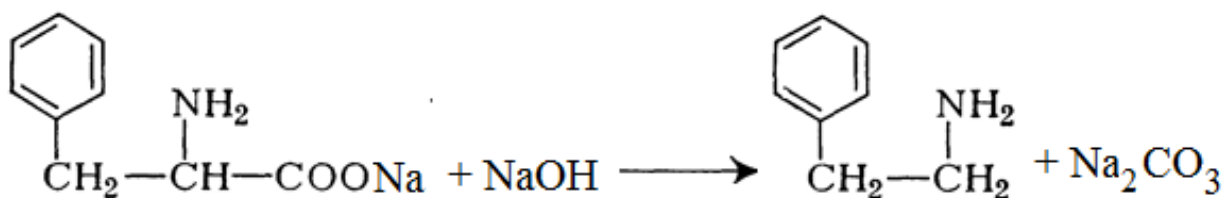


Рисунок 21 – Декарбоксилирование натриевой соли фенилаланина

Раствор упарили на водяной бане досуха, сухой остаток высушивали при 110 °С в течение 36 час. Высушенный остаток поместили в прибор для перегонки, нагревали на сухом горючем и отгоняли из расплава фракцию 190-200 °С.

Выход 2-фенилэтиламина составил 0,98 г (47,5 %) по методу 1 и 0,62 г (43 %) по методу 2.

Идентификацию полученных соединений проводили методом тонкослойной хроматографии на пластинах Silufol в системе растворителей хлороформ-ацетон-этанол-25 % раствор аммиака (20:20:3:1), проявляя пластины в йодной камере. Коэффициент хроматографической подвижности полученного соединения составил 0,42, что близко к литературным данным [27, 37].

Для выделенных соединений получены спектры протонного магнитного резонанса, регистрация которых осуществлялась на кафедре органической химии Московского педагогического государственного университета на приборе JEOLСХ-400 на частоте 399.78 МГц. В качестве

растворителя использовался дейтерированный диметилсульфоксид. Химические сдвиги ^1H приведены относительно сигнала внутреннего стандарта тетраметилсилана. В спектрах полученных соединений фиксируются сигналы протонов (δ , м.д.), характерные для структуры синтезируемого амина (приложение 1, 2): 1,19 (2H, т, NH_2); 3,45 (2H, т, Ph- CH_2); 3,99 (2H, м, NH_2 - CH_2); 7,12-7,32 (5H, C_6H_5).

В то же время, в спектре ЯМР на ядрах ^1H соединения, получаемого по второму способу, помимо сигналов протонов фенилэтиламина наблюдаются дополнительные сигналы протонов в области 5,2 и 5,8 м.д., характерные для метиленовых и метиновых протонов 3,6-дибензилпиперазин-2,5-диона – продукта конденсации фенилаланина (рисунок 22):

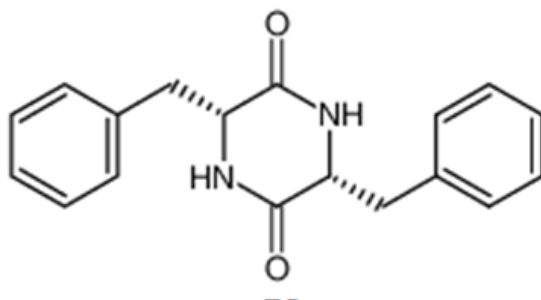


Рисунок 22 – Структурная формула 3,6-дибензилпиперазин-2,5-диона

Протеканию конденсации с образованием данного продукта способствует проведение реакции при высокой температуре, требуемой для получения расплава соли аминокислоты в щелочи – необходимого условия для протекания декарбоксилирования в отсутствие ферментов.

Таким образом, 2-фенилэтиламин может быть получен по любой из двух используемых методик синтеза с близкими выходами. В то же время, синтез по второму пути сопровождается конденсацией вещества с образованием большого количества побочного продукта, а синтез по первому пути – к образованию соли амина.

2.2 Молекулярное связывание фенилэтиламина β-циклодекстрином

В организме фенилэтиламин подвергается быстрому разрушению под действием моноаминоксигеназы с образованием фенилуксусной кислоты (рисунок 23) [53]:

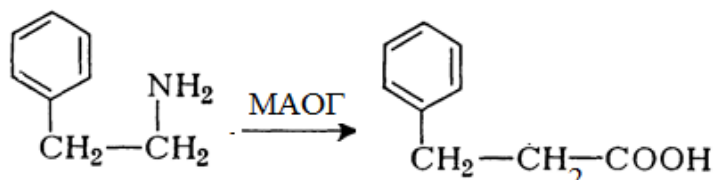


Рисунок 23 – Превращение фенилэтиламина при участии моноаминоксигеназы

Возможны также внутриклеточные превращения 2-фенилэтиламина под действием N-метилтрансферазы в N-метилфенилэтиламин (рисунок 24):

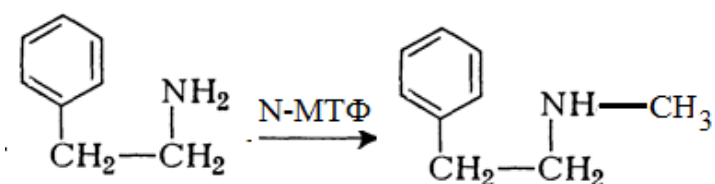


Рисунок 24 – Превращение фенилэтиламина при участии N-метилтрансферазы

а под действием допамин-β-гидроксилазы – в фенилэтаноламин (рисунок 25):

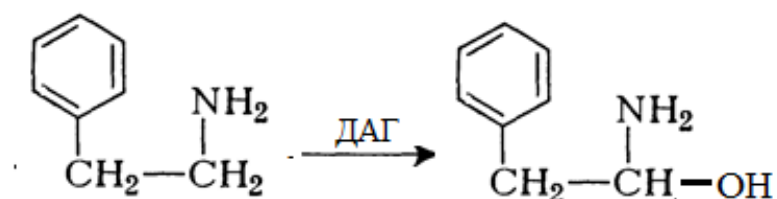


Рисунок 25 – Превращение фенилэтиламина при участии допамин-β-гидроксилазы

В связи с этим, период полураспада амина в организме составляет 6-16 мин. в зависимости от дозы препарата, а наиболее сильный эффект оказывает только эндогенно синтезированный амин. Инкапсуляция экзогенного препарата может защитить его от контакта с энзимом и

повысить эффективность действия. Одним из приемов инкапсуляции лекарственных препаратов является включение молекул действующего вещества в полость более крупной молекулы. Образование комплексов включения «гость-хозяин» дает возможность направленно изменять свойства лекарственных средств и создавать конструкции с необходимыми фармакокинетическими и терапевтическими характеристиками.

В качестве молекулярных контейнеров при инкапсуляции лекарственных препаратов широко используются циклодекстрины – распространенные объекты супрамолекулярной химии. Обладая внутренней полостью, эти циклические олигосахариды, состоящие из остатков D-глюкопиранозных звеньев, связанных α -(1→4)-гликозидными связями (рисунок 26а,б), способны включать внутрь полости органические молекулы подходящих размеров [3].

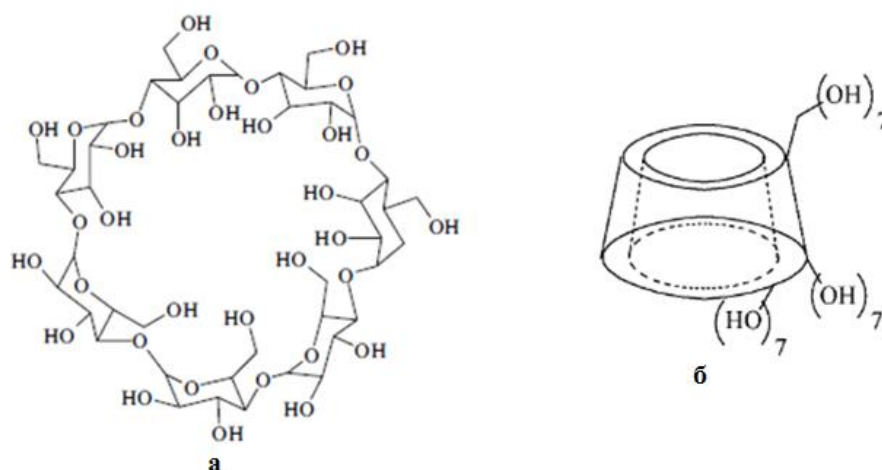


Рисунок 26 – Структурная формула (а) и схематичное изображение (б) молекулы β -циклодекстрина

Комплексообразование с циклодекстринами позволяет изменять растворимость лекарственного препарата, обеспечивать пролонгированное терапевтическое действие, снижать негативные побочные эффекты, а также повышать устойчивость препарата к элиминированию при воздействии факторов внешней среды [50].

Известно, что циклодекстрины способны к образованию соединений включения с ароматическими соединениями, аминокислотами и

биогенными аминами, что используется в высокоэффективной жидкостной хроматографии для разделения смесей производных [41]. Это дает возможность предположить, что они могут быть использованы как полостные контейнеры для молекулярной инкапсуляции 2-фенилэтиламина.

Для получения соединения включения амина с циклодекстрином использовали β -циклодекстрин фирмы Sigma, предварительно высушенный в пистолете Фишера над P_2O_5 . В качестве гостя использовали продукт, полученный по второму способу. Соединение включения получали из водной суспензии при эквимольных соотношениях циклодекстрина : амин.

К 0,05 г (0,0004 моль) фенилэтиламина прибавили раствор 0,47 г (0,0004 моль) β -циклодекстрина в 25 мл воды. Суспензию перемешивали в течение 48 час. и прибавляли 25 мл ацетона. Осадок отделяли на фильтре Шотта и промывали тремя порциями по 10 мл ацетона. Осадок сушили в вакуум-эксикаторе над P_2O_5 .

В спектре ЯМР на ядрах 1H полученного соединения фиксируются сигналы протонов всех групп как циклодекстрина [30], так и амина (приложение 3), что может свидетельствовать о связывании гостя – амина молекулой хозяина – циклодекстрина (рисунок 27);

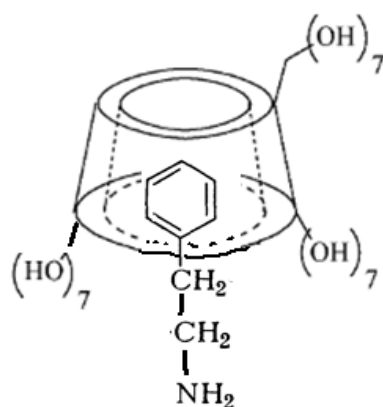


Рисунок 27 – Вариант комплекса β -циклодекстрин : 2-фенилэтиламин

Спектр ЯМР 1H (399.78 МГц, D-ДМСО), δ , м.д.: 1,19 (2H, т, NH_2); 3,26-3,3 (28H, C^3-H , C^4-H , C^6H_2); 3,45 (2H, т, Ph- CH_2); 3,59-3,62 (14H, C^2H , C^5H);

3,99 (2H, м, NH₂-CH₂); 4,43 (7H, с, C⁶OH); 4,79 (7H, с, C¹H); 5,64-5,71 (14H, C²OH, C³OH); 7,12-7,32 (5H, C₆H₅).

Анализ интегральных интенсивностей протонов C¹-H циклодекстринового остова и протонов аминогруппы амина показывает, что в связанную форму перешло 65 % амина (соотношение циклодекстрин : амин 3:2).

Таким образом, β-циклодекстрин способен связывать молекулы 2-фенилэтиламина и может быть рассмотрен в качестве инкапсулирующего контейнера для снижения воздействия ферментативных систем на молекулу амина.

Выводы по второй главе

1. Лабораторный синтез фенилэтиламина может быть осуществлен путем восстановления азотсодержащих соединений (нитрилов, нитросоединений, азолидоов), а также декарбоксилированием аминокислоты фенилаланина.

2. 2-фенилэтиламин может быть получен восстановлением нитрила фенилуксусной кислоты и декарбоксилированием фенилаланина с близкими выходами (47,5 % и 43 %, соответственно). В то же время, синтез по второму пути сопровождается конденсацией вещества с образованием большого количества побочного продукта, а синтез по первому пути – к образованию соли амина.

3. β-циклодекстрин способен связывать молекулы 2-фенилэтиламина и может быть рассмотрен в качестве инкапсулирующего контейнера для снижения воздействия ферментативных систем на молекулу амина. Анализ интегральных интенсивностей протонов C¹-H циклодекстринового остова и протонов аминогруппы амина показывает, что в связанную форму перешло 65 % амина (соотношение циклодекстрин : амин 3:2).

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СОБЫТИЯ «О ЛЮБВИ С ПОЗИЦИИ ХИМИИ»

3.1. Образовательное событие как одна из форм внеурочной работы

Внеурочная работа выступает в качестве единственной и оптимальной формы организации досуга обучающихся, позволяющей решать проблему организации свободного от уроков времени, в том числе, с привлечением потенциала естественнонаучных предметов.

Внеурочная работа представляет собой учебно-воспитательную работу, реализуемую образовательной организацией с учетом интересов обучающихся во внеурочное время сверх учебного плана и обязательной программы, вне обычных урочных и факультативных занятий.

Как организационная форма деятельности внеурочная работа дает возможности разнообразить формы, методы и средства организации учебно-воспитательного процесса, снижая нагрузку обучающихся на предметы учебного плана (организационно-методические возможности). Становится возможным углубление программного и изучение внепрограммного материала при одновременной организации досуговой деятельности обучающихся и их вовлечении в общественно-полезную деятельность. При этом возможно достижение интеграции и дифференциации задач, содержания и методов обучения разных учебных предметов (общеобразовательных, специальных, гуманитарных, естественных и технических), в том числе, на основе принципа профессиональной направленности.

В качестве общественной цели внеурочной работы может выступать формирование интерсоциальной и культурно развитой личности молодого человека через воспитание трудолюбия, гуманности, творческой активности, ценностных понятий в отношении к человеку, природе, и обществу.

К психолого-педагогической цели внеурочной работы можно отнести выявление и развитие познавательных и профессионально значимых интересов обучающихся, их склонностей к определенной деятельности, личностных потребностей. Также в качестве данной цели может выступать организация общественно полезной деятельности и разумного досуга обучающихся.

Учет потребностей конкретных предметов при их включении во внеурочную деятельность определяет дидактико-методическую цель внеурочной работы, реализуемую через углубленное раскрытие программного и изучение внепрограммного материала.

Объединение данных целей приводит к триединой функции внеурочной работы: обучение, воспитание и развития обучающихся. В связи с этим можно выделить основные задачи внеурочной работы.

1. Обучающие задачи:

- расширение и углубление теоретических знаний по различным вопросам и разделам дисциплин;
- формирование профессионально значимых умений и навыков, направленных на профессиональное самосознание обучающихся;
- развитие представлений о безопасности жизнедеятельности и здорового образа жизни;
- обеспечение взаимосвязи учебного материала с практикой его применения в повседневной жизни, в быту и в производственной сфере;
- овладение обучающихся межпредметным категориальным аппаратом, возможностями переноса знаний и умений на стандартные и нестандартные ситуации реальной жизни.

2. Воспитательные задачи:

- участие в формировании научной картины мира, роли наук в развитии общественной среды;
- развитие бережного отношения к духовным и материальным ценностям, к природе, человеку, в том числе, к самому себе;

– воспитание положительных личностных качеств.

3. Развивающие задачи:

– формирование устойчивого познавательного интереса к изучению учебных предметов;

– развитие системного стиля мышления, расширение научно-технологического кругозора;

– воспитание самостоятельности при решении нестандартных задач и проблемных ситуаций;

– организация эмоциональных ситуаций на основе ярких, занимательных и парадоксальных примеров, воздействующих на чувства и эмоциональный фон обучающихся;

– воспитание потребностей в обучении;

– формирование обобщенных умений;

– развитие интегративного и эвристического мышления, творческой самостоятельности.

В качестве одной из форм внеурочной работы выступает образовательное событие – специальная форма организации и реализации образовательной деятельности, выстроенная как интенсивная встреча реальной и идеальной форм порождения и оформления знания.

При проведении образовательного события организуются особые условия для детского действия, в результате которого участником создается определённый продукт, а действие закрепляется через рефлексию. В результате участник получает осмысленный и осознанный опыт, преобразуемый в средство для достижения определенной цели [17].

Участник образовательного события не может выступать в качестве зрителя. Каждый из них представляет смысл своего участия, свои переживания и деятельность, имея при этом широкий (практически неограниченный) выбор ресурсов при ограниченном содержании и времени.

Целью образовательного события является насыщение жизни молодого человека яркими, запоминающимися событиями, вызывающими позитивный эмоциональный отклик в его сознании.

Организация образовательного события включает в себя ряд элементов [19]:

- 1) задача, поставленная перед участником, должна быть практико-ориентированной и креативной;
- 2) участник создает продукт и проводит его презентацию;
- 3) обязательный конкурсный режим предполагает открытое оценивание и наличие нескольких экспертов разного уровня;
- 4) по реализуемым способам деятельности проводится тьюторское сопровождение, продолжающееся по окончании события.

Организация и проведение образовательных событий направлено на обеспечение расширения предметного содержания, мотивацию на учебную деятельность, создание условий для самореализации обучающихся, развитие коммуникативных навыков.

Образовательное событие способствуют интеграции учебно-воспитательного процесса, создает эффективное образовательное пространство, направленное на формирование целостной, разносторонне развитой личности, позволяет систематизировать, обобщить и объединить знания в единую гармоничную картину. При этом развивается творческое отношение к собственной деятельности, создается возможность адекватно ее оценивать, вырабатывать навыки саморазвития и самообучения, происходит успешная социализации личности [18].

3.2. Этапы подготовки и сценарий образовательного события «О любви с позиции химии»

Образовательное событие «О любви с позиции химии» проведено на базе КГУ «Качарская общеобразовательная школа №1 отдела образования города Рудного» Управления образования акимата Костанайской области

для обучающихся 10 классов. Контингент класса: дети 14 лет (12 мальчиков и 13 девочек). Мероприятие проводилось в школьном кабинете химии.

Основные этапы подготовки и проведения образовательного события представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы подготовки и проведения образовательного события «О любви с позиции химии»

Этап	Содержание деятельности	Срок выполнения
Подготовительный	Определение темы, цели, задач образовательного события. Планирование образовательного события. Подготовительная работа в группах.	23.11. – 14.12.2020 г.
Основной	Проведение мероприятия. Участие в выполнении конкурсных заданий. Презентация предварительно подготовленных заданий. Оценивание результата, выявление победителей.	15.12.2020 г.
Заключительный	Анализ достижения поставленных задач, подведение итогов.	15.12.2020 г.

Подготовительный этап начинался с определения темы проекта, обоснования необходимости, его формы, целей и задач.

Актуальность проведения события обусловлена тем, что в данном возрасте школьника начинают интересоваться личные чувства, причины их возникновения, способы управления ими. Любовь – одно из самых главных событий этого периода. Состояние влюбленности – то чувство, которое переживает человек в юношеском возрасте, и которое может принимать важнейшее участие в его поведении на данном жизненном этапе [24, 45]. Проводимое мероприятие позволяет не просто расширить кругозор обучающихся, познакомив их с ролью химических веществ в формировании поведения человека и его чувств. Оно способствует развитию личностного мировоззрения подростка, формированию его самосознания. Одновременно с этим формирование знаний о чувстве влюбленности может способствовать возникновению любви к химии.

В качестве формы проведения занятия выбрана игра.

Цели мероприятия:

—предметные: расширить кругозор обучающихся, познакомить с особенностями поведения биогенных аминов и их ролью в формировании чувств и поведения человека;

—метапредметные: развивать логическое мышление, внимание, способность соотносить между собой различные факты;

—личностные: развивать умение работать в команде, развитие литературного вкуса.

За неделю до проведения мероприятия класс делится на 4 команды. Каждая из команд получает задание: познакомиться с информацией о веществах из группы биогенных аминов. Каждая из команд должна подобрать произведения из цикла любовной лирики, в которых отражены чувства и переживания влюбленного человека, и попробовать соотнести описываемые чувства с действием конкретного гормона.

Основной этап заключается в непосредственном проведении мероприятия, которое проходило во второй половине учебного дня. Продолжительность проведения: академический час (40 минут).

Перед началом мероприятия каждому участнику предлагается заполнить анкету, отражающую его представления о чувстве любви. Анкета включает несколько вопросов.

1. Закончите одним словом или коротким словосочетанием фразу:
«Для меня любовь – это.....»

2. Считаете ли вы, что чувство влюбленности возникает в результате химических реакций?

3. Верите ли вы в то, что эликсир любви может существовать?

4. Считаете ли вы, что человек может регулировать в себе чувство любви?

5. Верите ли вы, что любовь – это чувство, дарованное человеку свыше?

Заполненная анкета остается на столе участника до конца мероприятия.

В начале мероприятия учитель не говорит о химии. Он говорит о поэзии и влюбленности, рождающей великие стихи. Но как возникает это прекрасное чувство, каковы корни его рождения? А ведь их началом является химия. Любое поведение человека, в том числе, и его эмоции, проявляются на биологическом уровне, а начинаются на уровне химических реакций. И чувство влюбленности рождается благодаря участию органических соединений – биогенных аминов.

I. Вступительные слова учителя.

Здравствуйте, ребята сегодня мы с вами окунемся в увлекательный мир химии, биологии и поэзии. Да-да, вы не ослышались, именно поэзии. Потому что о той теме, про которую мы сегодня будем говорить, люди чаще стараются говорить стихами или петь чудесные песни. Хотя очень часто они, наоборот, стараются об этом думать и молчать, и могут доверить свои мысли только очень близкому человеку. Сегодня наша встреча посвящена одному из самых чудесных и таинственных состояний человека – влюбленности.

II. Как рождается влюбленность

Ведущий: Каждый из нас когда-нибудь испытывал это прекрасное чувство: волнение при одном виде человека, которого ты хочешь видеть постоянно, неизвестно откуда возникающее чувство притяжения, которое ты не можешь преодолеть, и стремишься все время быть рядом с тем, без кого, как тебе кажется, ты уже не можешь существовать. Как же возникает это загадочное чувство?

Любое поведение человека, в том числе, и его эмоции, проявляются на биологическом уровне, а начинаются на уровне химических реакций. Вот и чувство влюбленности рождается благодаря участию химических соединений, относящихся к классу, который вы изучали в курсе органической химии: класс амины. Это так называемые биогенные амины.

И готовясь к сегодняшнему мероприятию, вы могли узнать много нового и интересного об этой важной группе биологически активных соединений. Теперь давайте попробуем поиграть и проверить, что вы смогли узнать об этих соединениях.

Тур 1. Брейн-ринг

В этом туре вам будет озвучен вопрос, на который будут предложены 4 варианта ответа. Команда, капитан которой быстрее поднял руку, отвечает на вопрос. Если ответ верный, команда получает 1 балл. При неверном ответе команда теряет один балл, а ход переходит одной из трех команд, капитан которой быстрее поднял руку после неправильного ответа. Обратите внимание, что капитан может поднять руку только после того, как первая команда дала свой ответ. Переход хода возможен только один раз. Если второй ответ также оказался неверным, то вопрос снимается, а давшая его команда теряет уже 2 балла.

Вопросы брейн-ринга.

1. Этот амин не без оснований называют «амином любви». По мнению американского психиатра Майка Либовица, создателя теории «шоколадной любви», именно он синтезируется в мозгу лишь при визуальном сигнале появления объекта влюбленности, что служит толчком для выработки нейромедиаторов, вызывая, в том числе, любовь с первого взгляда.

а) адреналин; б) валиномицин; в) фенилэтиламин; г) серотонин

(Ответ: в).

2. Существует мнение о том, что для начала отношений с объектом своей влюбленности нужно сходить с ним на фильм ужасов или посетить какое-либо мероприятие, связанное с экстремальными событиями. Это мнение оправдано по причине участия в формировании влюбленности гормона:

а) окситоцина; б) соматотропина; в) адреналина; г) вазопрессина.

(Ответ: в)

3. Этот амин образуется в организме в результате декарбоксилирования аминокислоты фенилаланина. Назовите амин:

- а) дифениламин; б) фенэтиламин; в) анилин; г) этиламин

(Ответ: б)

4. Выработка этого гормона – биогенного амина вызывает у человека желание любить, стремление совершать поступки для любимого, делать все для того, чтобы он оставался рядом и был счастлив. Не случайно его называют «гормоном удовольствия» и одним из «гормонов счастья».

- а) дофамин; б) серотонин; в) вазопрессин; г) адреналин

(Ответ: а).

5. Говорят, что любовь – это наркотик. Человек, столкнувшийся с ней, стремится повторить возникающие чувства, испытывать их все чаще и чаще, не может существовать без любви. Причина этого, сходство молекул фенилэтиламина и дофамина с молекулами наркотических средств, например:

- а) героин;
- б) кокаин;
- в) никотин;
- г) экстази.

(Ответ: г).

6. Фенилэтиламин в небольших количествах содержится в шоколаде. Но чувство влюбленности может вызвать только тот амин, который вырабатывается внутри организма (эндогенный амин). Это связано:

- а) с отличием структуры экзогенного и эндогенного аминов;
- б) с быстрым разрушением в организме фенилэтиламина;
- в) с тем, что компоненты шоколада нейтрализуют действие фенилэтиламина;
- г) шоколад способствует быстрому выведению фенилэтиламина из организма.

(Ответ: в).

7. Эти два гормона как-бы противоположны друг другу по действию. При возникновении влюбленности уровень одного из них высокий, а другого – низкий. Исполнение желаний, например, встреча с любимым, приводят к возрастанию уровня одного из них и к повышению настроение. При несчастной любви или при разрыве с любимым человеком уровень этого гормона падает, а возрастает уровень другого. Поэтому человек чувствует себя несчастным, пытается снова «найти любовь». Эта пара гормонов:

- а) адреналин и норадреналин;
- б) дофамин и серотонин;
- в) валиномицин и окситоцин;
- г) соматотропин и соматостатин

(Ответ: б)

8. Третья стадия возникновения любви – это привязанность. Она наступает, когда связь влюбленных друг с другом становится очень сильной. В итоге, на этой стадии отношения переходят на продвинутый уровень, у пар часто появляется сильное желание завести детей, проявлять заботу о них. На этой стадии основную роль играют два гормона, являющихся не аминами, а представителями класса аминокислот. Эти гормоны:

- а) эстрагон и тестостерон;
- б) окситоцин и вазопрессин;
- в) фенилаланин и глутамин;
- г) глицин и аспарагин.

(Ответ: б)

Тур 2. Влюбленность и творчество

Влюбленность и глубокая любовь – чувства человека, заставляющие его совершать невероятные поступки. Это стремление сделать все, чтобы любимый человек был счастлив рядом с тобой. Это желание поделиться с ним самыми красивыми, яркими и приятными впечатлениями с ним. И это

желание рассказать всем вокруг о своем счастье. Не случайно влюбленный посвящает объекту своей любви самые прекрасные творения: стихи, музыку, картины. Но многие из любовно-лирических творений пронизаны и болью потерь, желанием вернуть ушедшую любовь.

Проявление гормонального воздействия можно проследить в любовной лирике поэтов. Для примера возьмем известное стихотворение «О доблестях, о подвигах, о славе». А. Блок написал его на основе реальных событий, которые произошли с самим поэтом. С первых же минут знакомства со своей женой, дочерью Д.И. Менделеева Любовью, он был восхищен ею. Но стихотворение написано после расставания с ней. Попробуем проанализировать некоторые четверостишья этого стихотворения.

О доблестях, о подвигах, о славе
Я забывал на горестной земле,
Когда твое лицо в простой оправе
Передо мной сияло на столе.

Х. Фишер в своих экспериментах с людьми, недавно переживших период сильного увлечения, показала, что при демонстрации человеку фотографии объекта любви происходит активное воздействие дофамина на разные области «влюбленного мозга». Визуальный контакт, даже с фотографией, приводит к выбросу фенилэтиламина, активирующему секрецию дофамина. Человек забывает обо всем, думая только о любимом человеке. Поскольку перед этим произошло расставание, уровень серотонина в мозге низкий, что угнетает стремление к действию.

Но час настал, и ты ушла из дому.
Я бросил в ночь заветное кольцо.
Ты отдала свою судьбу другому,
И я забыл прекрасное лицо.

Человек отбрасывает из своей памяти то, что связывало его с прошлым. Он убирает знакомый образ, при этом уровень дофамина

снижается, но возрастает уровень серотонина. Человек готов к открытию новой любви. Известно, что после расставания Блока с женой у него было несколько любовных романов.

Летели дни, крутясь проклятым роем...

Вино и страсть терзали жизнь мою...

И вспомнил я тебя пред аналоем,

И звал тебя, как молодость свою.

Неудачи в романах, частые изменения уровня дофамина и серотонина возвращают человека в начальное состояние. Известно, что Любовь Менделеева несколько раз возвращалась к мужу. В итоге происходит Он снова вспоминает те моменты, которые вызывали приятные впечатления.

Уж не мечтать о нежности, о славе,

Все миновалось, молодость прошла!

Твое лицо в его простой оправе

Своей рукой убрал я со стола.

При низких уровнях дофамина возможны депрессия, синдром дефицита внимания и гиперактивности, склонность к рискованным действиям. Действие дофамина близко к наркотическому эффекту. Человек пытается избавиться от этой зависимости, и убирает объект «раздражения». Но в итоге теряется и интерес к действию для достижения результата.

А теперь продолжим игру. Дома вы должны были подобрать различные произведения любовно-лирической поэзии, включающие в себя как чувства влюбленности, страх и волнение за любимого, так и страдания от потерянной любви. Сейчас задача команд попытаться соотнести фрагменты найденных произведений с действием какого-либо амина, ответственных за возникновение того или иного состояния при влюбленности. На слайде будет появляться формула вещества и его название (фенилэтиламин, дофамин, серотонин, адреналин), а команда должна продекламировать четверостишие, соответствующее состоянию,

которое вызывает это соединение. За каждое правильно подобранное четверостишие команда получает три балла.

На заключительном этапе подводится подведение итогов. Во время работы проводилась оценка деятельности обучающихся. В состав экспертной комиссии входили учитель, один из членов каждой группы, а также приглашенный педагог. По итогам суммарного подсчета баллов определяется команда – победитель, набравшая наибольшее количество баллов.

На этапе рефлексии участникам предлагается вновь вернуться к вопросам анкеты, которую они заполняли до начала мероприятия, и исправить варианты ответов, если их мнение каким-либо образом изменилось. Затем анкеты собираются, и определяется мнение большинства о том, чем же является чувство любви для человека.

По окончании мероприятия важно показать, что на самом деле сегодня победителем является каждый участник события. Каждый узнал для себя что-то новое и понял, что химия и биология – это не просто науки, которые иногда кажутся нам скучными и непонятными. Это чудесный мир, проявление которого мы видим во всем, даже в самых сокровенных и удивительных чувствах, которыми наделен человек, таких, как любовь к другому человеку.

Конечно, химическими реакциями нельзя объяснить рождение человеческих чувств и поведение человека во время влюбленности. Они имеют более глубокий социальный характер, а высокую поэзию и глубокие переживания не объяснить скупой наукой. Но любое социальное явление начинается на меньшем уровне, в том числе, на химическом. Изучение биохимических процессов позволит понять себя и свое поведение, а также регулировать его для обеспечения комфортного места в обществе.

Любовью дорожить умеете,
С годами дорожить вдвойне.
Любовь не вздохи на скамейке,
и не прогулки при луне.
Все будет: слякоть и пороша.
Ведь вместе надо жизнь прожить.
Любовь с хорошей песней схожа,
а песню не легко сложить.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при выполнении квалификационной работы проведен анализ литературного материала, связанного с вопросами гормональной регуляции жизнедеятельности человека, участия гормональной системы в формировании поведения и эмоций человека. в том числе, чувства влюбленности и любви.

При проведении эксперимента осуществлен лабораторный синтез нейромедиатора 2-фенилэтиламина, выступающего в качестве запускающего механизма при формировании чувства влюбленности. Проведено сравнение выхода продукта по двум вариантам синтеза: восстановление нитрила фенилуксусной кислоты и декарбоксилирование фенилаланина. Проведена направленная инкапсуляция синтезированного амина полостью молекулы β -циклодекстрина с целью повышения устойчивости препарата к ферментативному разрушению.

При подготовке методической части работы подготовлено и проведено образовательное событие «О любви с позиции химии» для обучающихся 10 классов. По материалам литературного анализа и полученных экспериментальных результатов можно сделать ряд выводов.

1. Анализ литературных источников показал, что гормональная система выступает в качестве запускающего механизма и регулятора состояния влюбленности и любви. Основная роль в формировании данных состояний принадлежит катехоламинам, процесс выделения которых контролируется гипоталамусом и стволом мозга. Начинаясь на химическом уровне, продолжаясь физиологически и проявляясь социально, процесс влюбленности находится под контролем нервно-гуморальной системы человека.

2. 2-фенилэтиламин может быть получен восстановлением нитрила фенилуксусной кислоты и декарбоксилированием фенилаланина с близкими выходами (47,5 % и 43 %, соответственно). В то же время, синтез

по второму пути сопровождается конденсацией вещества с образованием большого количества побочного продукта, а синтез по первому пути – к образованию соли амина.

3. β -циклодекстрин способен связывать молекулы 2-фенилэтиламина и может быть рассмотрен в качестве инкапсулирующего контейнера для снижения воздействия ферментативных систем на молекулу амина. При взаимодействии циклодекстрина с амином в связанную форму перешло 65% амина при соотношении циклодекстрин : амин 3:2.

4. Материалы работы были использованы для подготовки образовательного события «О любви с позиции химии», проведенного для обучающихся 10 классов на базе КГУ «Качарская общеобразовательная школа №1 отдела образования города Рудного» Управления образования акимата Костанайской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амен Д. Мозг и любовь: секреты практической нейробиологии / Д. Амен. – Москва : Эксмо, 2011. – 304 с. – ISBN: 978-5-699-53150-9.
2. Амстиславская Т. Г. Вовлечение центрального серотонина в регуляцию полового мотивационного поведения самцов / Т. Г. Амстиславская // Психофармакология и биологическая наркология. – 2008. – Т. 8. – № 1-2-2. – С. 2351.
3. Астахова А. В. Современные технологии лекарственных форм: получение, исследование и применение комплексов включения лекарственных веществ с циклодекстринами (обзор) / А. В. Астахова, Н.Б. Демина // Химико-фармацевтический журнал. – 2004. – т. 38. – № 2. – С. 46–49.
4. Баженова Н. Г. Феномен любви. ее типы и теории любви / Н. Г. Баженова // Диалог поколений: социально-педагогические ракурсы. Материалы XXXI Всероссийской научно-практической конференции – Санкт-Петербург : «Нестор-История», 2010. – С. 200–205.
5. Биохимия человека. В 2 т. Т.2. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл – Москва : Мир, 1993. – 415 с. – ISBN: 5-03-001775-5.
6. Браз Г. И. Способ получения бета-фенилэтиламина и его производных : авторское свидетельство / Г. И. Браз // Патентное ведомство : СССР. – Номер свидетельства: SU 98522 A1. – Дата публикации: 01.01.1954.
7. Бройнинг Л. Г. Гормоны счастья. Как приучить мозг вырабатывать серотонин, дофамин, эндорфин и окситоцин / Л. Г. Бройнинг. – Москва : «Манн, Иванов и Фербер», 2016. – 320 с. – ISBN: 978-5-001000-237-6.
8. Век В. В. Влюбленность и любовь как объекты научного исследования : монография / В. В. Век. – 2-е изд. – Москва : Издательский дом «Академия естествознания», 2017. – 589 с. – ISBN: 978-5-91327-477-9.

9. Вербовой А. В. Клиническая фармакология препаратов половых гормонов : учебное пособие для студентов медицинских вузов и системы последиplomного образования врачей / А. В. Вербовой, С. А. Бабанов, О. В. Косарева, И. А. Агаркова. – Самара : Офорт, 2009. – 43 с. – ISBN: 978-5-473-00436-6.

10. Головко А. И. Токсикологическая характеристика дизайнерских наркотиков / А. И. Головко, В. А. Баринов, Е. Ю. Бонитенко, Э. П. Зацепин, М. Б. Иванов, А. В. Носов, Г. В. Шестова // Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. – 2015. – Т. 16. – № 1. – С. 26–57.

11. Горячева А. А. Системные эффекты экзогенного адреналина / А. А. Горячева, В. Н. Морозов, Е. М. Пальцева, А. А. Хадарцев, А. К. Хетагурова // Вестник новых медицинских технологий. – 2007. – Т. 14. – №3. – С. 32–35.

12. Граник В. Г. Нейродегенеративные заболевания: химический и медико-биологический аспекты : монография / В. Г. Граник. – Москва ; Санкт-Петербург : Нестор-История, 2014. – 467 с. – ISBN 978-5-4469-0334-4.

13. Григорьева М. Е. Окситоцин: строение, синтез, рецепторы и основные эффекты / М. Е. Григорьева, М. Г. Голубева // Нейрохимия. – 2010. – Т. 27. – №2. – С. 93–101.

14. Григорьян Г. А. Серотонин и импульсивность (эксперименты на животных) / Г. А. Григорьева // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2011. – Т. 61. – № 3. – С. 261–273.

15. Доронин С. И. Квантовая магия : монография / С. И. Доронин. – Санкт-Петербург : Весь, 2007. – 335 с. – ISBN: 978-5-9573-0844-7.

16. Дроговоз С. М. Антидепрессанты в фокусе лекарственной токсикологии / С. М. Дроговоз, В. Д. Льянчук, Б. С. Шейман // Медицина неотложных состояний. – 2014. – Т. 2. – №57. – С. 90–94.

17. Дружинина Е. А. Реализация принципов событийной педагогики в учебно-воспитательном процессе // Е. А. Дружинина, М. Л. Манченко // Методист. – 2015. – №3. – С. 51–55.
18. Дьяконова В. Е. Поведенческие функции серотонина и октопамина: некоторые парадоксы сравнительной физиологии / В. Е. Дьяконова // Успехи физиологических наук. – 2007. – Т. 38. – № 3. – С. 3–20.
19. Евдокимова Е. Н. Образовательное событие как форма совместной творческой деятельности взрослых и детей в развитии духовно-нравственных ценностей / Е. Н. Евдокимова, Н. И. Пузикова, Т. П. Новикова // Молодой ученый. – 2019. – № 9-1 (247). – С. 74–78.
20. Жуков Д. А. Биология поведения. Гуморальные механизмы : монография / Д. А. Жуков. – Санкт-Петербург : Речь, 2017. – 442 с. – ISBN: 5-9268-0629-1.
21. Жуков Д. А. Следовые амины и поведение / Д. А. Жуков, Е. П. Виноградова // Нейрохимия. – 2020. – Т.37. – №4. – С. 310–317.
22. Жуков Д. А. Стой, кто ведет? Биология поведения человека и других зверей / Д. А. Жуков. – Москва : Альпина нон-фикшн, 2014. – 444 с. – ISBN: 978-5-9614-3295-4.
23. Игнатова П. Д. Химия как основа любви / П. Д. Игнатова // Forcipe. – 2020. – Т. 3. – № 5. – С. 436–437.
24. Ижогина Е. Ю. Формула любви / Е. Ю. Ижогина // Химия в школе. – 2008. – №3. – С. 74–77.
25. Илларионова Е. А. Химико-токсикологический анализ производных амфетамина : учебное пособие / Е. А. Илларионова, И.П. Сыроватский. – Иркутск : ИГМУ, 2016. – 48 с.
26. Ильин Е. П. Психология любви : учеб. пособие / Е. П. Ильин. – Санкт-Петербург : Питер, 2014. – 336 с. – ISBN: 978-5-496-01052-8.
27. Калинин С. Ю. Роль тестостерона в женском организме. Общая и возрастная эндокринология тестостерона у женщин /

С. Ю. Калинин, И. А. Тюзиков, Ю. А. Тишова, Л. О. Ворслов // Доктор.Ру. – 2015. – № 14 (115). – С. 59–64.

28. Климов А. В. Влияние гормонов и нейромедиаторов на поведение человека / А. В. Климов, А. А. Тихомирова // NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 1. – № 48. – С. 284–293.

29. Конова И. Г. Биохимия любви / И. Г. Конова, Е. С. Ковтун, С. И. Попов. // Экономика и социум. – 2017. - №4 (35). – С. 744–749.

30. Кожанова А. М. Синтез, ЯМР-спектроскопическое исследование α -, β - и γ -циклодекстриновых комплексов включения 2-дезоксизидозина и их противовоспалительная активность / А. М. Кожанова, Б. И. Тулеуов, П. К. Кудабаева, Б. С. Темиргазиев, Т. М. Сейлханов, Р. Б. Сейдахметова, Л. К. Салькеева, С. М. Адекенов // Макрогетероциклы. – 2020. – Т. 13. – № 3. – С. 292–297.

31. Кулинский В. И. Молекулярные механизмы действия гормонов I рецепторы. нейромедиаторы. системы со вторыми посредниками (обзор) / В. И. Кулинский, Л. С. Колиснеченко // Биохимия. – 2005. – Т. 70. – №1. – С. 33–50.

32. Куткин А. В. Способ получения бета-фенилэтиламина : патент на изобретение / А. В. Куткин, Н. А. Костикова, В. А. Кондратьев, Д. М. Зверев, О. О. Шибков, М. А. Черенков, И. Е. Андреев, Д. И. Климов // Патентное ведомство : Россия. Патентообладатели: Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии» (ФГУП «ГосНИИОХТ» – Номер патента: RU 2659037. – Дата публикации: 27.06.2018.

33. Ларри Я. Химия любви. Научный взгляд на любовь, секс и влечение : монография / Я. Ларри, А. Брайан. – Москва : Синдбад, 2015. – 432 с. – ISBN: 978-5-905891-22-9.

34. Лупандин В. И. Возрастные и гендерные особенности типологической структуры любви / В. И. Лупандин, Е. Н. Стрижова // Психологический вестник Уральского ун-та. – 2010. – Вып. 9. – С. 56–64.

35. Марков А. В. Эволюция человека: обезьяны, нейроны и душа / А. В. Марков. – Москва : «Corpus (ACT)», 2011. – 550 с. – ISBN: 978-5-271-36294-1.

36. Милинская В. А. Биохимия чувств / В. А. Милинская, Д. В. Ситнов // В мире научных открытий : Материалы IV Всероссийской студенческой научной конференции (с международным участием). – Ульяновск : УГАУ им. П.А. Столыпина, 2015. – С. 147–149. – ISBN: 978-5-905970-65-8.

37. Нехорошев С. В. Хроматографическая идентификация некоторых производных фенилэтиламина / С. В. Нехорошев, Е. С. Моисеева, С. П. Шарко, О. И. Моисеева // Аналитика и контроль. – 2014. – Т.18. – №2. – С. 182–187.

38. Пятилетова Р. В. Психология (романтической) любви / Р. В. Пятилетова // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – №50-8. – С. 62–65.

39. Родионова А. А. Химия чувств и эмоций. Нейромедиаторы. Влияние нейромедиаторов на организм и поведение человека. / А. А. Родионова // Естественные и медицинские науки. Студенческий научный форум : Сборник статей по материалам XXII студенческой международной научно-практической конференции. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Международный центр науки и образования», 2019. – С. 39–45.

40. Рюриков Ю. Три влечения. Любовь: вчера, сегодня, завтра / Ю. Рюриков. – Москва : ЦГИ «Принт», 2015. – 360 с. – ISBN: 978-5-98712-556-4.

41. Сидоренко И. Г. Адсорбция биогенных аминов углеродными нанотрубками / И. Г. Сидоренко, О. В. Маркитан, Н. Н. Власова, Г. М. Загоровский, В. В. Лобанов // Журнал физической химии. – 2009. – Т. 83. – №6. – С. 1139–1142.

42. Сулаквелидзе Т. С. К вопросу о роли вазопрессина и окситоцина как нейропептидов / Т. С. Сулаквелидзе // Научные труды IV съезда физиологов СНГ. – Москва : ЗАО «Медицина – Здоровье», 2014. – С. 125–126. – ISBN: 5-94255-017-9.

43. Фишер Х. Почему мы любим. Природа и химия романтической любви / Х. Фишер. – Москва : Альпина нон-фикшн, 2013. – 320 с. – ISBN: 978-5-91671-212-4.

44. Фрейд З. Природа любви / З. Фрейд, Э. Фромм. – Москва : Родина, 2018. – 240 с. – ISBN: 978-5-907024-06-9.

45. Хачатрян И. Н. «Биохимия любви». Интегрированный урок в XI классе / И. Н. Хачатрян // Биология в школе. – 2005. – №2. – С. 72–75.

46. Хрипун И. А. Тестостерон как инструмент метаболического контроля мужского здоровья (обзор литературы) / И. А. Хрипун, Р. Гусова, Е. О. Дзантиева, В.П. Пузырева, И. И. Белоусов, С. В. Воробьев // Медицинский вестник Юга России. – 2014. – № 4. – С. 18–22.

47. Цикунов С. Г. Роль вазопрессина в регуляции функций ЦНС / С. Г. Цикунова, С. Г. Белокоскова // Медицинский академический журнал. – 2010. – Т. 10. – № 4. – С. 218–228.

48. Циркин В. И. Окситоцин: синтез, выделение, метаболизм и регуляция этих процессов (обзор) / В. И. Циркин, С. И. Трухина, А. Н. Трухин // Журнал медико-биологических исследований. – 2018. – Т.6. – №3. – С. 270–283.

49. Циркин В. И. Роль дофамина в деятельности мозга (обзор литературы) / В. И. Циркин, В. И. Багаев, Б. Н. Бейн // Вятский медицинский вестник. – 2010. – №1. – С. 7–18.

50. Чекман И. С. Рациональный дизайн лекарственных средств – новое направление в фармакологии / И. С. Чекман, О. А. Казакова, А. О. Сирова, Н. А. Горчакова, В. В. Пацко // – Вісник Національної академії наук України. – 2014. – № 4. – С. 48–54.

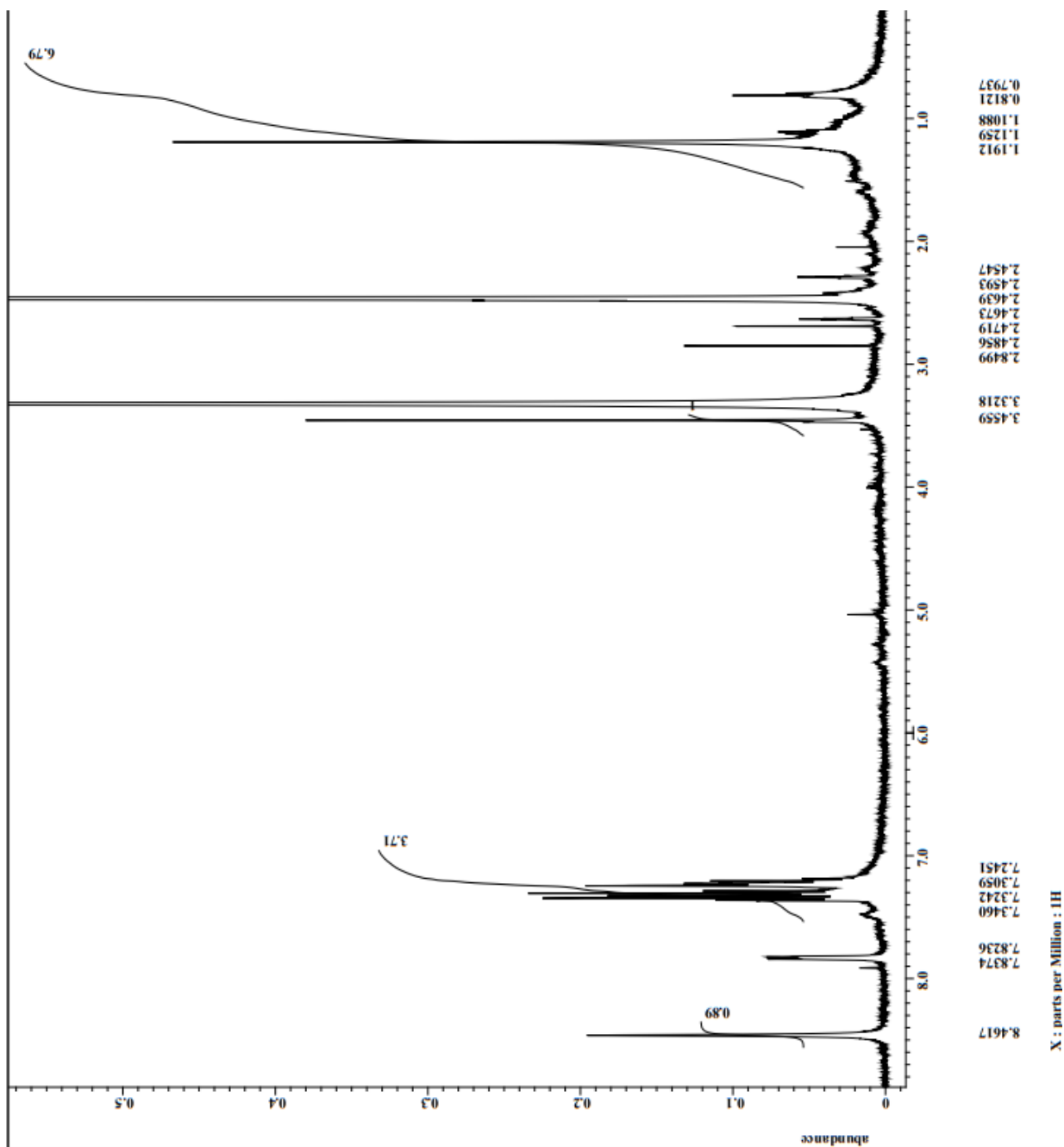
51. Этинген, Л. Е. Чем мужчина отличается от женщины. Очерки сравнительной анатомии : монография / Л. Е. Этинген. – Москва : АСТ-Пресс, 2012. – 368 с. – ISBN: 978-5-462-01302-7.

52. Ortigue S. Neuroimaging of love: fMRI meta-analysis evidence toward new perspectives in sexual medicine / S. Ortigue, F. Bianchi-Demicheli, N. Patel, C. Frum, J. W. Lewis // Journal Sex Med. – 2010. – V. 7. – P. 3541–3552.

53. Zimmermann J. The way we refer to ourselves reflects how we relate to others: Associations between first-person pronoun use and interpersonal problems / J. Zimmermann, M. Wolf // Journal of Research in Personalit. – 2013. – № 47 (3). – P. 218–225.

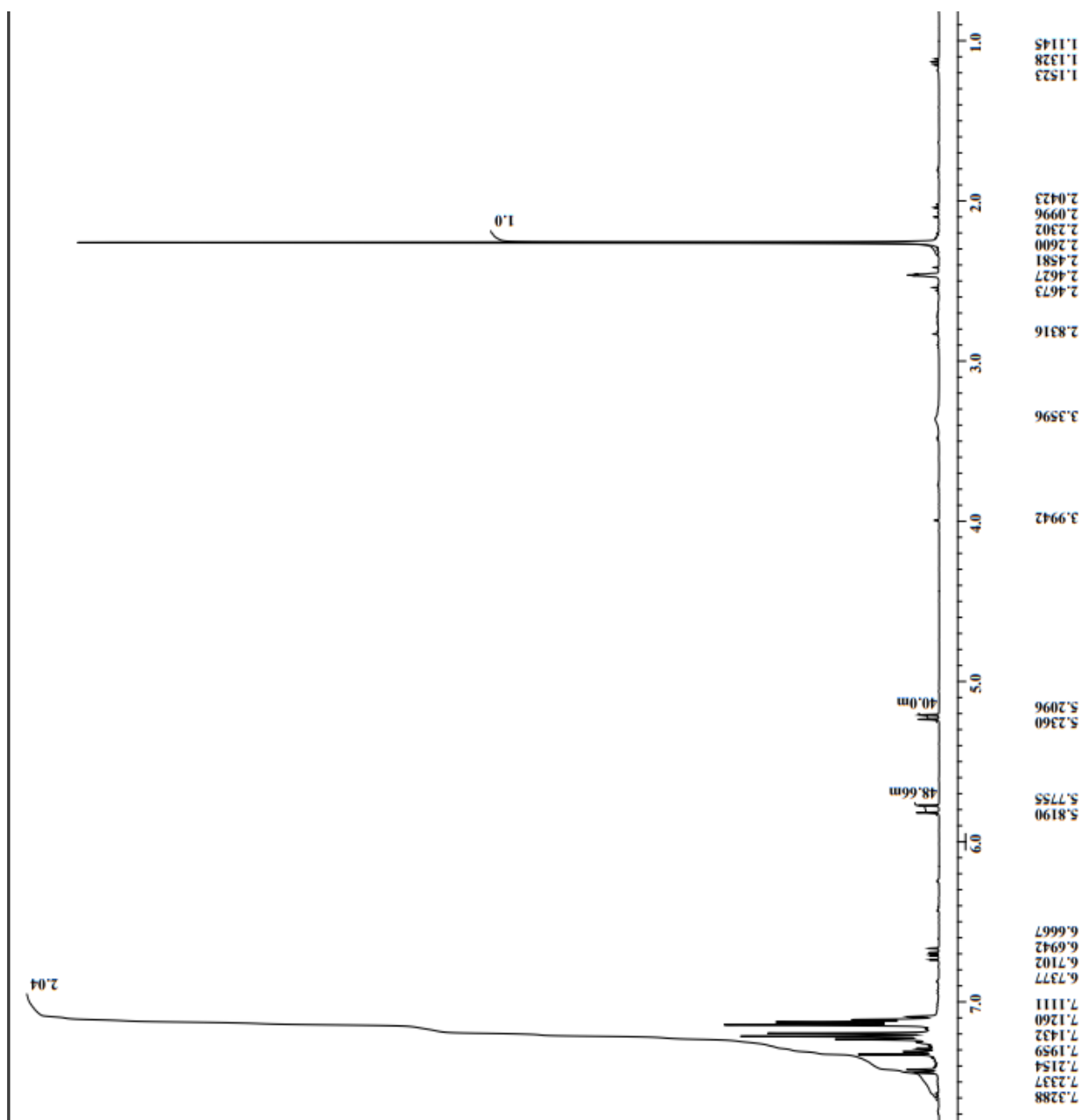
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Спектр ЯМР на ядрах ^1H фенилэтиламина (синтез 1)



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Спектр ЯМР на ядрах ^1H фенилэтиламина (метод 2)



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Спектр ЯМР на ядрах ^1H соединения включения β -циклодекстрин :
фенилэтиламин

