МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ЛИЦЕЙ № 13» ГОРОДА ТРОИЦКА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Тема: «Химический анализ растительных препаратов-адаптогенов»

Выполнила: Корчемкина Елизовета Александровна,

МБОУ «Лицей № 13» г.Троицка

10 класс

Научный руководитель: Дергунова Лариса Геннадьевна

Троицк 2022

Оглавление

Введение ………………………………………………………………………….3

1 Обзор литературы…………………………………………………………........5

1.1 Недопинговые стимулирующие средства и их свойства…………………..5

1.2 Характеристика флавоноидов………………………………………………..5

1.3 Характеристика танинов……………………………………………………...5

1.4 Производные атрацена………………………………………………………..6

1.5 Иридоидные гликозиды……………………………………………………....6

1.6 Характеристика алкалоидов……………………………………………….....6

2.Собственные исследования................................................................................7

2.1 Материалы и методики исследования………………………………….........7

2.2 Результаты и их обсуждения………………………………………………....7

2.2.1 Определение танинов…………………………………………………….....7

2.2.2 Качественный анализ флавоноидов……………………………………......9

2.2.3 Обнаружение антраценпроизводных…………………………………......9

2.2.4 Качественный анализ горьких гликозидов……………………………....10

2.2.5 Извлечение алкалоидов из растительного сырья………………………..10

Выводы…………………………………………………………………………...12

Заключение…………………………………………………………………….....13

Список литературы……………………………………………………………....14

Приложение……………………………………………………………………....15

**Введение**

Допинговые скандалы сопровождают всю историю Олимпийских игр современности. Например, после Игр доброй воли в Брисбене в 2001 г. стало известно о разбирательстве, связанном с применением диуретика гимнастками Алиной Кабаевой и Ириной Чащиной. В 2002 г. на Олимпиаде в Солт-Лейк-Сити в скандале с эритропоэтином были замешаны лыжники Йохан Мюлегг (Испания), Лариса Лазутина и Ольга Данилова (Россия) [1]. Международный олимпийский комитет определяет допинг (англ. *dope* – принимать наркотик) как фармакологический препарат, который вводится в организм спортсменов любым путем (в виде уколов, таблеток, при вдыхании и т. д.), а также различные манипуляции, например, с кровью, повышающие спортивный результат [1]. Применение допинга всегда наносит вред здоровью, который проявляется сразу или через некоторое время.

Примеры адаптогенов растительного происхождения – препараты из водорослей, экстракт каштана (эскузан), женьшеня и др. К животным адаптогенам относятся средства, изготовленные из тканей и органов животных, например, кровь змей, когти тигров, панты оленей. Наиболее изученными являются растительные препараты. Однако сложный химический состав и проблемы при выделении затрудняют точное установление механизмов их физиологического действия. Поэтому **актуальностью нашей работы** является изучение методов выделения биологически активных веществ, из адаптогенов растительного происхождения их идентификации и уточнения качественного содержания.

**Цель:** расширить знания в области химического анализа растительных препаратов- адаптогенов как стимулирующих препаратов в противоположность применения в спорте допинговых средств и экспериментально провести качественный анализ некоторых растительных препаратов.

**Задачи:** 1. изучить литературу по данной теме.

2.подобрать методики, позволяющие провести экспериментальную ………….часть.

3. провести исследования, выбранных лекарственных препаратов с ………… помощью качественного анализа.

4.сделать выводы.

**Объект исследования: растительное сырье.**

Проба № 1. Плоды шиповника - флавоноиды.

Проба № 2. Кора дуба - танины.

Проба № 3. Кора крушины - антраценпроизводных.

Проба №4.Трава горькой полыни –иридоидные гликозиды.

Проба №5 Чистотел – алколоиды.

**Предмет исследования:** метод качественного анализа.

**Гипотеза:** Лекарственные препараты, приобретенные в аптеках г.Троицка соответствуют регламенту Государственной фармакопеей.

**Практическая значимость:** Сегодня метод качественного анализа находит применение в самых различных отраслях научной и практической деятельности человека. Так, в аналитической химии это уникальный метод разделения и анализа сложных многокомпонентных смесей. Велика роль качественного анализа в контроле окружающей среды. Качественный анализ растительного сырья позволяет сделать вывод о повышенном содержании в нём биологически активных веществ. Значительное содержание в растительном сырье отдельных групп биологически активных веществ определяет их терапевтическое применение.

**1 Обзор литературы**

1.1 Недопинговые стимулирующие средства- их характеристика

Существует недопинговые стимулирующие средства, которые помогают улучшить спортивный результат без нанесения ущерба здоровью спортсмена. Условно такие вещества делятся на группы: энергизаторы (нормализуют обмен веществ), гепатопротекторы (улучшают работу печени по обезвреживанию чужеродных и токсичных веществ), витамины (водорастворимые и жирорастворимые), гидролизаты белков (комплекс незаменимых аминокислот) и др.[2]. Цель их применения не наращивание физической работоспособности спортсмена, а адаптация к тяжелым условиям тренировок (жара, холод, смена часового пояса и др.) и ускорение восстановления организма после физической нагрузки. К таким средствам относятся адаптогены.

*Адаптогены* – лекарственные средства растительного и животного происхождения или полученные в результате химического синтеза, которые повышают устойчивость организма к неблагоприятным условиям. Они внесены в «Реестр лекарственных средств России» и имеют антидопинговые сертификаты. В соответствии с исследованием И. И. Брехмана адаптогены безвредны для человека и повышают сопротивляемость организма к воздействию различных физических, химических, биологических факторов окружающей среды, нормализируют обмен веществ [3].

1.2 Характеристика флавоноидов

*Флавоноиды* (витамин Р, рутин) представляют собой смесь фенольных соединений. Особенностями их строение является содержание карбонильных групп и кратных связей. Флавоноиды образуют метиловые эфиры и комплексные соединения с солями металлов. Углеводная часть, присутствующая в их составе, обусловливает хорошую растворимость флавоноидов в воде и водных растворах. Физиологический эффект данных веществ зависит от преобладания в растительном сырье определенных групп соединений и может проявляться в положительном влиянии на состояние кровеносных сосудов, а также противовоспалительном, жаропонижающем, обезболивающем, антисклеротическом, антиоксидантом, противоопухолевом действиях[4].

1.3 Характеристика танинов

*Дубильные вещества* (танины, танниды) – смесь полифенольных соединений, которые в зависимости от строения и свойств делят на гидролизуемые и конденсированные[5]. Для исследования танинов получают экстракты с применением воды или органических растворителей (этанол, ацетон и др.). Танины оказывают антиоксидантный, противоопухолевый, антибактериальный, противовирусный и другие эффекты[4].

1.4 Производные антрацена

*Антраценпроизводные* (производные антрацена) – природные соединения, основу которых составляет антрацен с различной степенью окисленности центрального ароматического кольца. В состав этих соединений входят различные функциональные группы. Гликозиды, содержащиеся в растительных объектах, растворяются в воде и водных растворах спиртов, но практически не растворяются в органических растворителях. В то же время агликоны (свободные молекулы антраценпроизводных), представленные в растениях, не растворяются в воде, но хорошо растворимы в эфире, хлороформе и других органических растворителях. Антраценпроизводные проявляют антибактериальную, противоопухолевую активность, являются слабительными средствами[4].

1.5 Иридоидные гликозиды

*Иридоидные гликозиды* (горькие гликозиды, горечи) – природные соединения, обладающие резко выраженным горьким вкусом, возбуждающие аппетит и улучающие пищеварение[6,7]. Иридоидные гликозиды состоят из углеводного (пиранозидного или фуранозидного) и неуглеводного компонентов. Они хорошо растворяются в воде и растворах спиртов. Несмотря на широкий диапазон терапевтического применения (противовоспалительное, противовирусное, противоаллергическое и др.), химический состав горечей изучен недостаточно[4].

1.6 Характиристика алкалоидов

*Алкалоиды* – природные азотосодержащие органические соединения основного характера, имеющие сложный состав и обладающие сильным физиологическим действием[8]. Эти вещества обнаружены в организмах бактерий, грибов, насекомых и растений. К настоящему времени идентифицировано более 15000 алкалоидов, их многообразие не позволяет создать единую классификацию. Согласно классификации по путям биосинтеза, выделяют 3 группы – истинные алкалоиды, протоалкалоиды, псевдоалкалоиды[9]. Часто используют химическую классификацию, включающую 16 основных групп[10].

**2 Собственное исследование**

2.1 Материалы и методики исследования

**Исследование растительного сырья**

Выбираем в качестве объектов исследования растительное сырьё, в котором повышено содержание определенных групп веществ: плоды шиповника – флавоноидов, кора дуба – танинов, кора крушины – антраценпроизводных, трава полони горькой – иридоидные гликозиды, чистотел – алкалоиды

Исследования биологически активных веществ обычно начинаются с извлечения и качественного анализа полученных экстрактов. Остановимся подробнее на обнаружении отдельных групп биологически активных веществ, доступных для изучения школьниками: флавоноиды (витамин Р, рутин), танины (дубильные вещества), производные антрацена и горькие гликозиды, алкалоиды.

**Приготовление экстрактов**

Навеску из растительного сырья массой 1,00 г нагревают на кипящей водяной бане в течение 30 мин в круглодонной колбе, закрытой обратным воздушным холодильником, со 100 мл растворителя: воды- для извлечения флавоноидов и танинов или со 70%-ным раствором этанола – для получения экстракта антраценпроизводных. Для извлечения иридоидных гликозидов(горечей) растительное сырье нагревают с 80%-ным раствором этанола при 60°С. Экстракты отделяют фильтрованием.

2.2 Результаты и их обсуждения

**Таблица 1 - Органолептические характеристики экстрактов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| танины | флавоноиды | антраценпроизводные | иридоидные | алкалоиды |
| Светло-желтый, запаха нет | Янтарный цвет, кисло- сладкий запах | Рубиново-красный цвет, запаха нет | Зелено-желтый цвет, запаха нет | Желто-коричневый цвет, запах медовый |

2.2.1 Определение танинов

Качественные реакции на танины можно условно разделить на 2 группы[4]: общие реакции осаждения (обнаружение дубильных веществ) и групповые реакции осаждения (установление принадлежности дубильных веществ к определенной группе).

*Химическая реакция с солями алкалоидов (с пиридином, хинином, кофеином).* К 1,0 мл экстракта добавляют 0,5-1,0 мл алкалоида (пиридин, хинин или кофеин, содержащийся в растворимом кофе) или его раствора. Наблюдается появление аморфного осадка за счет образования водородных связей с гидроксильными группами дубильных веществ и атомами азота алкалоида. Образуется нерастворимая соль алкалоида и танина, имеющего кислотные свойства – таннат кофеина. (приложение № 1)

*Реакция Стиасни*. К 1,0 мл экстракта добавляют 0,5 мл 40%-ного раствора формальдегида и по каплям вносят в пробирку концентрированную соляную кислоту. Конденсированные дубильные вещества образуют осадок кирпично-красного цвета. (приложение № 2)

*Окрашивание солями железа (III****).*** К 1,0 мл испытуемого раствора добавляют 0,5 мл раствора соли железа (III). Появляется окрашивание с танинами: черно-синее (дубильные вещества гидролизуемой группы, являющиеся производными пирогаллола); черно-зеленое (дубильные вещества конденсированной группы, представляющие собой производные пирокатехина). (приложение № 3)

*Дубильные вещества с белками создают непроницаемую для воды пленку(дубление).* К 1,0 мл исследуемого раствора добавляют 1,0 мл водного раствора белка куриного яйца. Происходит частичная денатурация белков: выпадает осадок. Химический процесс практически значим: танины образуют защитную пленку на слизистых оболочках и раневых поверхностях, защищая организм от проникновения болезнетворных микроорганизмов.(приложение № 4)

**Таблица 2 - Результаты исследования растительного сырья на содержание танинов**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Объект исследования |  | Реактив | | | |
| Химическая реакция с солями алкалоидов | Реакция Стиасни | Окрашивание солями железа(III) | Дубление |
| Кора дуба | | Появляется аморфный осадок темно-коричневого цвета (таннат кофеина) | Появляется осадок кирпично-красного цвета | Происходит окрашивание раствора в черно-зеленый цвет | Происходит частичная денатурация белков: выпадает осадок |

2.2.2 Качественный анализ флавоноидов

Общей химической реакции для всех групп (классов) флавоноидов не существует. Но часто для обнаружения флавоноидов применяют перечисленные ниже химические реакции.

*Взаимодействие с солями железа(III)*. К исследуемому раствору добавляют 1,0 мл 10%-ного раствора хлорида железа(III). Окраска может варьировать от зеленой (флавонолы) до коричневой (флаваноны, халконы, ауроны) или красновато-бурой (флавоны). (приложение № 5)

*Химическая реакция с хлоридом алюминия*. К исследуемому раствору добавляют 1,0 мл 1%-ного раствора хлорида алюминия. Флавоноиды, имеющие две оксигруппы в С3 и С5 положениях, дают соединения желтого цвета за счет образования водородных связей между карбоксильной и гидроксильной группами. (приложение № 6)

*Цианидиновая реакция*. К исследуемому раствору добавляют цинк и 0,5 мл концентрированной соляной кислоты. Химическая реакция основана на восстановлении флавоноидов атомарным водородом в кислой среде до антоцианидинов: в зависимости от группы флавоноидов окраска может быть ярко-розовой, красной, обесцвечиваться или не изменяться. (приложение № 7)

**Таблица 3 - Результаты исследования растительного сырья на содержание флавоноидов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Объект исследования | Реактив | | |
| Взаимодействие с солями железа(III) | Химическая реакция с хлоридом алюминия | Цианидиновая реакция |
| Плод шиповника | Окраска зеленого цвета (флавонолы) | Раствор желтого цвета | Происходит обесцвечивание |

2.2.3 Обнаружение антраценпроизводных

Образование антрахинолятов на сухом сырье обнаруживается в эксперименте с корой крушины: при добавлении к сухому сырью гидроксида натрия развивается его вишнево-красное окрашивание. Исследование водных экстрактов также сопровождается получением окрашенных продуктов - антрахинолятов[11]. (приложение № 8)

*Реакция Борнтрегера*, которая является наиболее распространенным способом обнаружения антраценпроизводных, дает положительный результат на их присутствие в коре крушины. Для этого растительное сырье кипятят 2 мин с 10%-ным раствором гидроксида натрия, затем отделяют экстракт. Полученный раствор подкисляют 10%-ной соляной кислотой, добавляют эфир для экстракции антраценпроизводных. В эфирном слое соединения обнаруживают добавлением 10%-ного раствора аммиака[11]. (приложение № 9)

**Таблица 4 - Результаты исследования растительного сырья на содержание антраценпроизводных**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Объект исследования | Реактив | |
| Химическая реация с гидроксидом натрия | Реакция Борнтрегера |
| Кора крушины | Раствор вишнево-красного окраса | Образование красно-бурого осадка |

2.2.4 Качественный анализ горьких гликозидов

Присутствие иридоидов выявляют по возникновению окрашивания различных оттенков при добавлении к экстракту реактива Шталя. Например, проазулены окрашивают экстракт в зеленый цвет. Почти все группы иридоидных гликозидов реагируют с данным реактивом, поэтому его применяют как общую химическую реакцию для обнаружения [2,4].

2.2.5 Извлечение алкалоидов из растительного сырья

Навеску исследуемого сырья массой 1,0 г измельчить, поместить в колбу объемом 100 мл, залить 25 мл 1%-ного раствора соляной кислоты и нагревать на кипящей водяной бане в течении 30 мин, периодически помешивая. Далее колбу охладить, раствор отфильтровать и использовать для проведения качественных реакций.

**Приготовление реактивов для качественного определения алкалоидов**

*Реактив Вагнера - Бушарда – Люголя*. К 2 г иодида калия добавить 50 мл воды. К полученному раствору добавить 1 г иода и смесь тщательно перемешать. Данный реактив с алкалоидами образует оранжево-красные и кирпично-красные осадки. (приложение № 10)

Химизм процесса:

[R3N] · HCL+2I2+KI=[R3NH] + 3I↓ +KCL

*Пикриновая кислота.* Навеску пикриновой кислоты массой 1,23 г растворить в 100 мл воды. Данный реактив с некоторыми алкалоидами образует пикраты- осадки желтого цвета. Реактив не взаимодействует с кофеином, морфином, колхицином. (приложение № 11)

**Таблица 5 - Результаты исследования растительного сырья на содержание алкалоидов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Объект исследования | Реактив | |
| Реактив Вагнера – Бушарда - Люголя | Пикриновая кислота |
| Чистотел | Выпадает осадок кирпично-красного цвета | Выпадает осадок желтого цвета |

**Выводы**

1. Мы изучили и проанализировали литературу по данной теме.
2. Мы рассмотрели методики проведения качественных реакций на наличие в растительном сырье алкалоидов, флавоноидов, танинов, антраценпроизводных, иридоидных гликозидов
3. Мы провели исследования, выбранных препаратов растительного сырья с помощью качественных реакций. И пришли к выводу что, разные растительные препараты содержат разные группы биологически активных веществ
4. Наша гипотеза полностью подтвердилась, растительные препараты, приобретенные в аптеках г.Троицка соответствуют «Реестру лекарственных средств России» и имеют антидопинговые сертификаты**.**

**Заключение**

Качество лекарственных средств регламентируется государственной фармакопеей, общими фармакопейными статьями, предприятий и др. понятие доброкачественности включает три основных блока: подтверждение подлинности, проверку чистоты и проведение качественного анализа. В фармакопеи разных стран включена фармакопейная статья «Общие реакции подлинности». Это связано с тем, что многие лекарственные субстанции содержат одни и те же катионы, анионы или одинаковые функциональные группы в составе органических соединений, проявляющих терапевтическую активность. Общие реакции подлинности могут использоваться для определения идентичных примесей в различных лекарственных средствах.

**Список литературы**

1. Допинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://gordon0030.narod.ru/archive/ 1953/ index.html](http://gordon0030.narod.ru/archive/%201953/%20index.html)

2. Классификация, обоснование и принципы применения недопинговых фармакологических средств в современной спортивной медицине. SportWiki. Спортивная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sportwiki.to>

3. Арушаян Э. Б., Бейэр Э. В. Адаптогены растительного происхождения: учеб. пособие для студентов. – Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2017 [Электронный ресурс]. - Режим доступа:https://stgmu.ru/userfiles/depts./pharmacology\_df/Arushanyan\_Adaptogeny\_V\_Pechat\_31-5-17.pdf

4. Марахова А. И. Унификация физико-химических методов анализа лекарственного растительного сырья и комплексных препаратов на растительной основе //Дисс. … доктора фармацевтических наук. - М.: Первый Московский государственный университет им. И. М. Сеченова, 2016. 2001.

5. Струсовская О. Г. Определение веществ полифенольной структуры в некоторых растениях Соловецкого архипелага // Серия «Медицина». Фармация. – 2012. - №16 (135). – Вып. 19. – С. 128-132.

6. .Иридоиды. Использование ЛРС, содержащего эфирные масла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infopedia.su/18xc31.html>

7. Мирзаива Х. А., Гусейханова Ф. М. Содержание горечей в траве *Artemisia absinthium L*, листьях *Aloe arborescens* и плодах *Viburnus opulus* // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1. Естественные науки. – 2017. – Т.32. – Вып. 2. – С. 58-62.

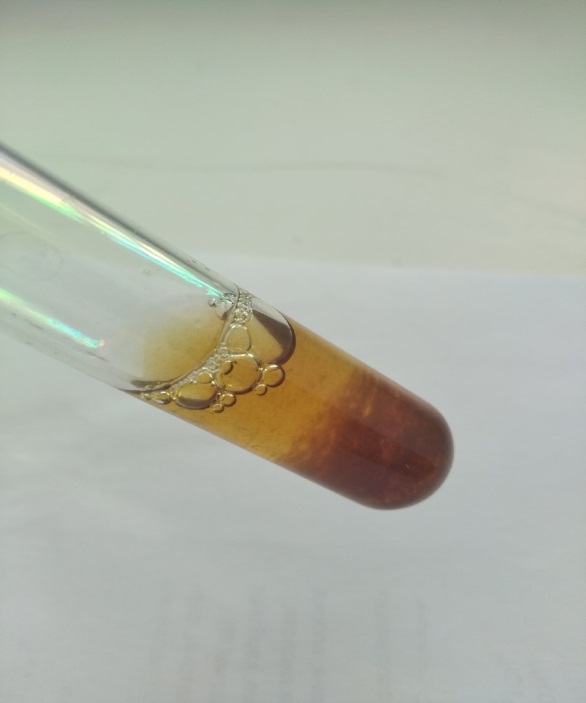
8. Анцупова Т.П., Ендонова Г.Б. Методы анализа биологически активных веществ – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ,2007.- 47 с.

9. Племенков В. В. Введение в химию природных соединений. – Казань, 2001. - 376 с.

10. Абдрахимова Й. Р. Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты. Ч.2. Алкалоиды. – Казань: Каз. гос. ун-т, 2009. - 40 с.

11.Методы обнаружения антраценпроизводных в ЛРС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5016670/page:59/>

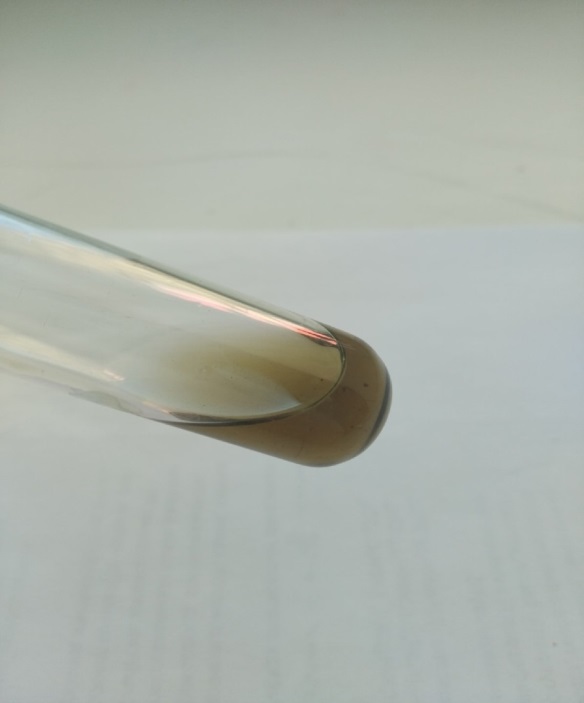
**Приложение**

** Приложение 1**

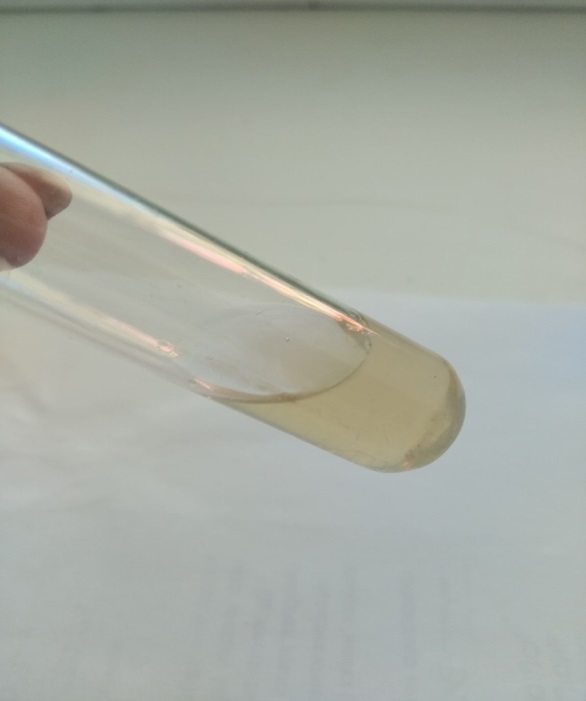
**Рисунок 1- Химическая реакция с солями алкалоидов. Определение танинов**

**Приложение 2**

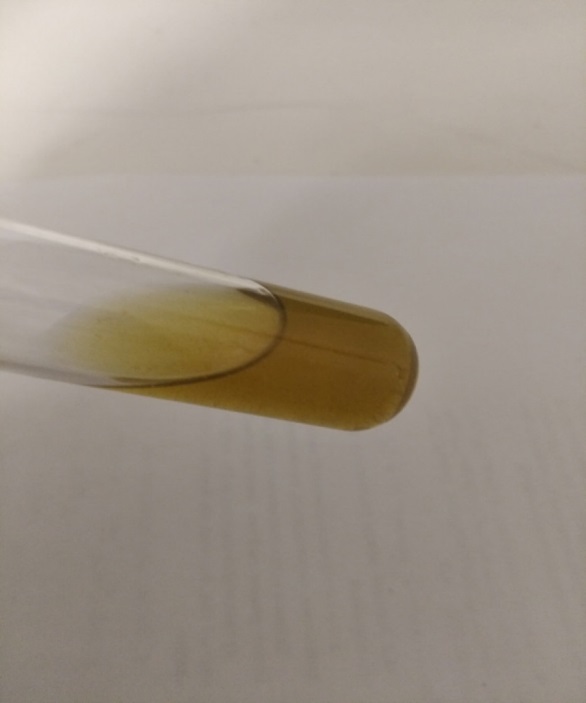
**Рисунок 2 – Реакция Стиасни. Определение танинов**

**Приложение 3**

**Рисунок 3 – Окрашивание солями железа(III). Определение танинов**

**Приложение 4**

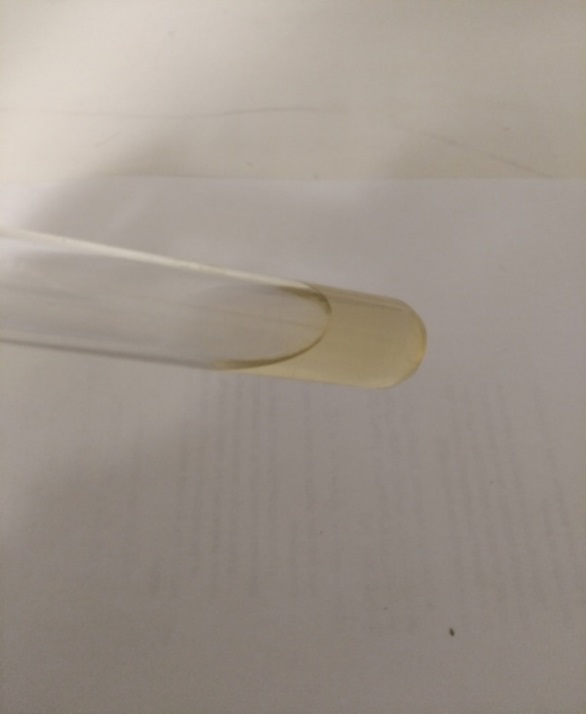
**Рисунок 4- Дубление. Реакция для определения танинов**

**Приложение 5**

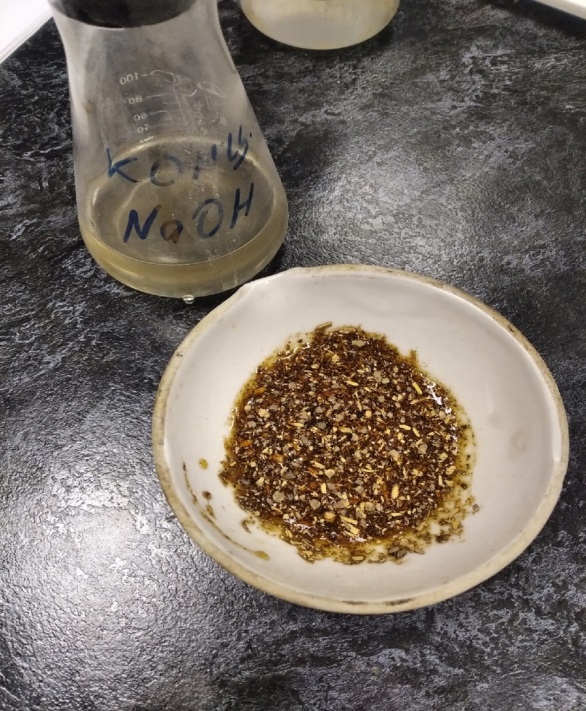
**Рисунок 5 – Взаимодействие с солями железа(III). Определение флавоноидов**

**Приложение 6**

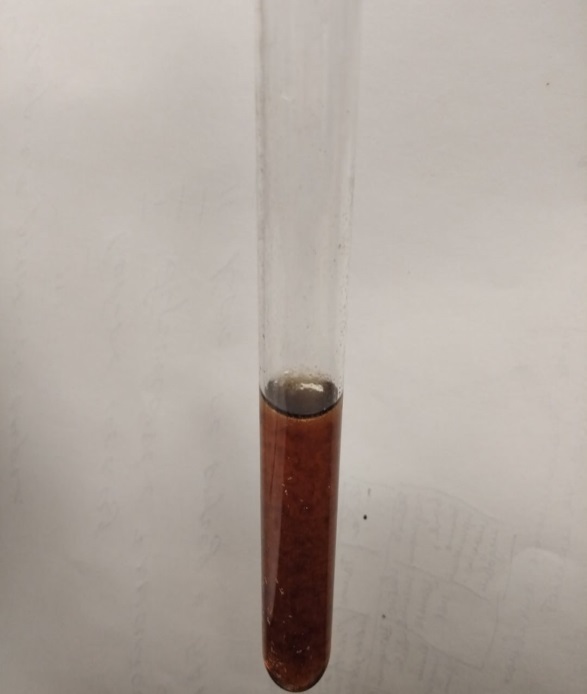
**Рисунок 6 – Химическая реакция с хлоридом алюминия. Определение флавоноидов**

**Приложение 7**

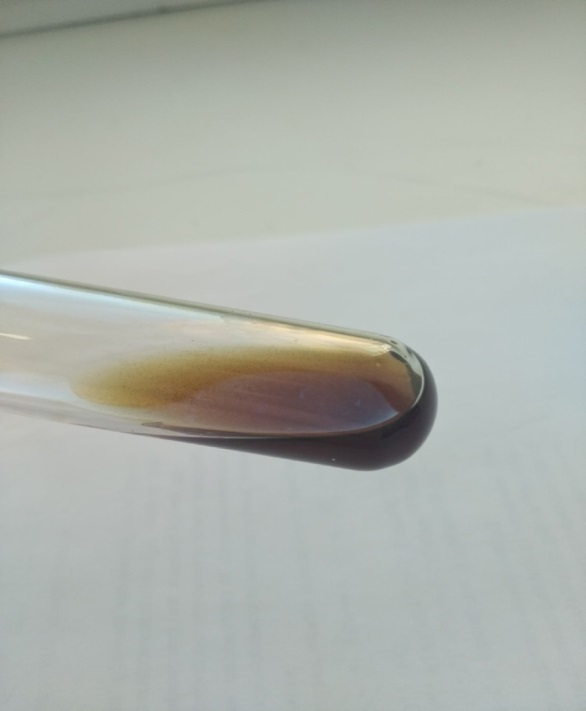
**Рисунок 7 – Цианидиновая реакция. Определение флавоноидов**

**Приложение 8**

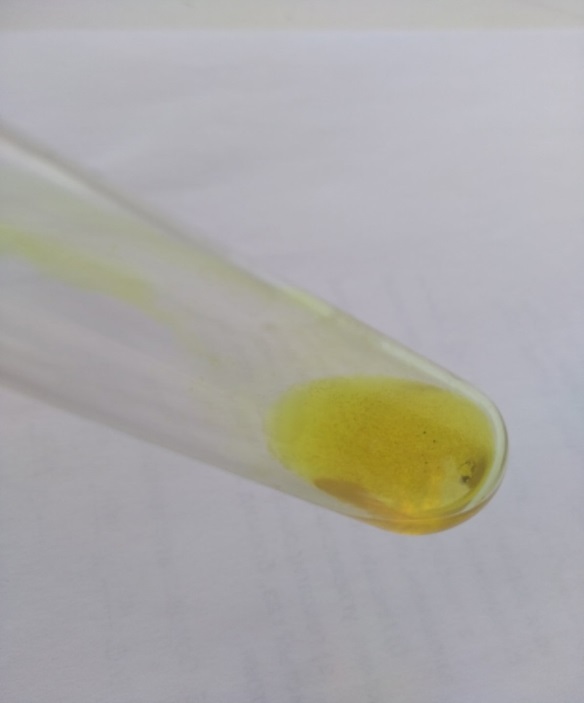
**Рисунок 8 – Образование антрахинолятов. Определение антраценпроизводных**

**Приложение 9**

**Рисунок 9 – Реакция Борнтрегера. Определение антраценпроизводных**

**Приложение 10**

**Рисунок 10 – Реактив Вагнера – Бушарда – Люголя. Определение алкалоидов**

**Приложение 11**

**Рисунок 11 – Пикриновая кислота. Определение алкалоидов**