

Региональная открытая конференция по научно-техническому творчеству
школьников «Лабиринты науки»

Секция «Химия»

Аллицин как природный антибиотик

Работу выполнили:

Киселев Данила Александрович
обучающийся 7 С класса
ГОО ЯО «Лицей №86»

Научные руководители:

учитель химии и биологии
Дарья Юрьевна Самаренкова

Ярославль
2025

Оглавление

Введение.....	3
Теоретическая часть.....	5
Общая характеристика антибиотиков и их классификация	5
Фитонциды-растительные антибиотики.....	6
Общая характеристика аллицина	9
Практическая часть	12
Заключение	15
Список литературы	16

Введение

В XXI веке человечество столкнулось с одной из серьезнейших угроз общественному здоровью — повсеместной антибиотикорезистентностью. Широкое и не всегда оправданное применение синтетических антибактериальных препаратов привело к появлению штаммов микроорганизмов, устойчивых к большинству известных антибиотиков [1]. Эта ситуация заставляет научное сообщество активно искать новые, эффективные и безопасные средства для борьбы с инфекциями.

Одним из наиболее перспективных направлений является возвращение к истокам медицины и изучение свойств природных соединений с антимикробной активностью. Особый интерес среди них представляет аллицин — биоактивное вещество, содержащееся в чесноке, луке, герани и т.д. (*Allium sativum*). Именно аллицин ответственен за характерный резкий запах и мощные антибактериальные, противогрибковые и даже противовирусные свойства этого растения. Однако, потенциал этих природных средств часто недооценивается, а информация о их правильном применении и эффективности не получает должного распространения.

Проблема: Люди пренебрегают возможностью использования природных антибиотиков либо из-за недостатка знаний, либо из-за сомнений в их эффективности по сравнению с синтетическими препаратами. Вместо этого, происходит массовое употребление таблеток, которое усугубляет проблему антибиотикорезистентности и создает зависимость от фармацевтических препаратов. Важно изменить эту тенденцию и повысить осведомленность населения о возможностях, которые предоставляют нам природные антимикробные средства, такие как аллицин, для поддержания здоровья и борьбы с инфекциями.

Целью исследования является оценка и демонстрация наличия аллицина в луке и чесноке посредством качественных реакций, повышение осведомленности о потенциале природных антибиотиков.

Для достижения этой цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести обзор научной литературы по аллицину: его свойствам, антимикробному действию, методам экстракции и анализа.
2. Изучить принципы и механизмы качественных реакций, используемых для обнаружения аллицина и его производных.
3. Оценить перспективы и возможные ограничения применения аллицина в современной медицине.
4. Разработка и создание информационного буклета "Аллицин как природный антибиотик" для повышения осведомленности о растениях, содержащих аллицин (Приложение 1).

Объект исследования: Аллицин.

Предмет исследования: методы качественного определения аллицина в луке и чесноке.

Методы исследования:

1. Теоретический- изучение литературы
2. Экспериментальный- химический (качественный) анализ с использованием реактивов и оборудования кабинета химии

Теоретическая часть

Общая характеристика антибиотиков и их классификация

Антибиотики (от др.-греч. ἀντί — против + βίος — жизнь) — это группа лекарственных средств, которые применяют для уничтожения и подавления размножения болезнетворных микроорганизмов. Александр Флеминг - британский бактериолог, впервые выделил пенициллин из плесневых грибов *Penicillium notatum* - исторически первый антибиотик в 1920-е годы.

Антибиотики природного происхождения чаще всего продуцируются актиномицетами и плесневыми грибами, но их также можно получить из бактерий (полимиксины), растений (фитонциды) и тканей животных и рыб. Антибиотики, которые подавляют рост и размножение бактерий, используются в качестве лекарственных препаратов. Широкое использование антибиотики получили и в онкологической практике, в качестве цитостатических (противоопухолевых) препаратов. При лечении заболеваний вирусной этиологии, применение антибиотиков не целесообразно, так как они не способны воздействовать на вирусы. Однако, было отмечено, что ряд антибиотиков (тетрациклины) способны воздействовать на крупные вирусы. Антибактериальные препараты — это синтетические препараты, не имеющие природных аналогов и оказывающие сходное с антибиотиками подавляющее влияние на рост бактерий [3].

Классификация антибиотиков по характеру воздействия на бактериальную клетку:

- бактериостатические препараты (останавливают рост и размножение бактерий)
- бактерицидные препараты (уничтожают бактерии)

По способу получения различают антибиотики:

- природные
- синтетические
- полусинтетические

По направленности действия различают:

- антибактериальные
- противоопухолевые
- противогрибковые

По спектру действия различают:

- антибиотики широкого спектра действия
- антибиотики узкого спектра действия

Классификация антибиотиков по химической структуре:

- Бета-лактамы антибиотики
- Пенициллины
- Цефалоспорины
- Карбапенемы
- Монобактамы
- Макролиды
- Тетрациклины
- Аминогликозиды
- Левомецетины
- Гликопептидные
- Линкозамиды
- Противотуберкулезные препараты
- Полипептиды [4].

Фитонциды-растительные антибиотики

Фитонциды – это биологически активные вещества, выделяемые растениями, которые обладают способностью подавлять рост и развитие бактерий, грибов и других микроорганизмов. Аллицин, будучи фитонцидом, проявляет выраженные антимикробные свойства, что делает его перспективным кандидатом для разработки альтернативных или дополнительных средств борьбы с инфекциями.

Исследователем по фитонцидам низших растений и бактерий является знаменитый русский биолог И.И. Мечников – один из основателей современной медицины. Летучие фитонциды высших растений впервые были обнаружены в 1928-1930 гг. А.Г. Филатовой и А.Е. Тебякиной. Суть основного открытия состояла в том, что высшие растения при их ранении продуцируют летучие антимикробные вещества. Сам термин фитонциды – был предложен русским учёным Б.Т. Токиным в 1934 году для обозначения летучих веществ, обладающих антимикробными свойствами, которые выделяются растениями. Б.П. Токин обратил внимание на то, что пищевые продукты, приготовленные на восточных базарах, в антисанитарных условиях, не вызывают вспышек инфекционных заболеваний. Он исследовал вещества, содержащиеся в пряностях, и обнаружил, что антисептическое действие дают летучие компоненты. Эти «летучие яды растений» он предложил назвать фитонцидами.

С химической точки зрения фитонциды — это комплекс газообразных и легко испаряющихся соединений, в состав которых могут входить как неорганические, так и органические соединения: простые соединения типа сильной кислоты и аммиака, предельные и непредельные углеводороды, летучие формальдегиды, спирты, эфиры низкомолекулярных жирных кислот, смолы. Таким образом, фитонцидные комплексы имеют сложный химический состав, который и обуславливает специфичность их действия на разные группы микроорганизмов (табл.1).

Таблица 1.

Виды фитонцидов

Бактерицидные, фунгицидные и протистоцидные фитонциды, продуцируемые высшими и низшими растениями, а также фитонциды, стимулирующие жизнедеятельность определённых групп организмов	Б. Фитонциды, токсичные для насекомых, клещей, червей и других макроорганизмов	В. Фитонциды высших и низших растений, стимулирующие или тормозящие прорастание пыльцы, рост и развитие других растений
1. Воздушные фитонциды (летучие фракции фитонцидов)		

2. Почвенные фитонциды (жидкости и летучие вещества, продуцируемые подземными частями растений)
3. Водные фитонциды (продуцируемые водными растениями)

Неэкскреторные фитонциды	Экскреторные фитонциды
1. Нatively-активные	1. Летучие фракции
2. Внеклеточно-активные	2. Жидкости

Растения вырабатывают фитонциды для того, чтобы обеспечить себе защиту от бактерий, грибов и др. микроорганизмов, которые могут вызвать различные заболевания. Количество фитонцидов, выделяемых растением, изменяется в ходе онтогенеза, увеличивается при ранении растения. По словам профессора Б.П. Токина растение с помощью фитонцидов «само себя стерилизует». В здоровом растении фитонциды участвуют также в разнообразных обменных процессах [7].

Фитонциды разных видов растений различны по своему составу и действию. Защитная роль фитонцидов проявляется не только в уничтожении микроорганизмов, но и в подавлении их размножения, в стимулировании жизнедеятельности микроорганизмов, являющихся антагонистами патогенных форм для данного растения, в отпугивании насекомых и т.д. Есть фитонциды, содержащиеся в тканях растений в растворенном виде, и летучие фракции фитонцидов, выделяемые в атмосферу, почву, воду (у водных растений). Летучие фитонциды способны оказывать своё действие на расстоянии, например, фитонциды листьев дуба, эвкалипта, сосны и др. Кроме того летучие фитонциды вызывают появление отрицательных ионов в воздухе и снижают в нем содержание тяжелых положительно заряженных ионов, что хорошо влияет на самочувствие и здоровье человека.

Активные фитонциды содержатся в луке и чесноке: пары и вытяжки из них убивают холерный вибрион, дифтерийную палочку, гноеродных микробов. По родовому латинскому названию чеснока - *allium* - его активное начало названо аллицином. Стоит пожевать

несколько минут чеснок, как большинство бактерий, живущих в полости рта, погибают. Употребление растений с высоким содержанием фитонцидов способствует освобождению от микробов полости рта и желудочнокишечного тракта. Бактерицидные свойства растений используются при профилактике и лечении многих заболеваний, в частности, верхних дыхательных путей [8].

Общая характеристика аллицина

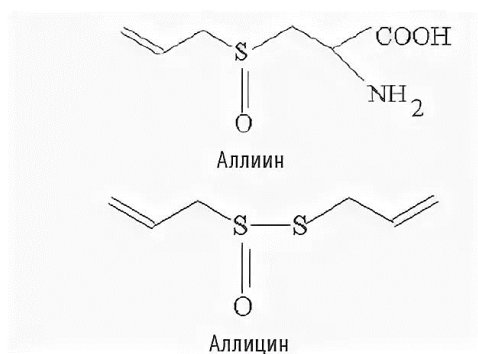
Аллицин является природным антибиотиком, который не вызывает устойчивости патогенной микрофлоры. Он был впервые обнаружен в зубчиках чеснока в 1944 году Честером Джоном Кавалито и Джоном Хейзом Бейли, после чего начались обширные исследования по изучению терапевтического потенциала этого вещества.

Основным источником аллицина является белый чеснок (*Allium sativum* L.). В одном зубчике свежего чеснока содержится около 4-5 мг аллицина, его присутствие легко обнаружить благодаря его специфическому запаху. Аллицин активируется при измельчении чеснока и циркулирует в крови в течение 12 часов после употребления чеснока. Еще одним источником аллицина может считаться репчатый лук (*Allium sera*).

Аллицин имеет две формы: натуральную и синтетическую.

Натуральная форма аллицина представляет собой экстракт чеснока, а синтетическая форма – биологически активную добавку. В продаже имеются различные типы фармацевтических форм, такие как таблетки, капсулы, порошок, выдержанный экстракт. Аллицин известен своими противомикробными, противовоспалительными и антиоксидантными свойствами. Он образуется в результате ферментативного расщепления предшественника аллиина при повреждении тканей чеснока. Аллицин отвечает за характерный запах чеснока, способствует проявлению некоторых его терапевтических свойств и считается биоактивным соединением, которое привлекло значительное внимание учёных благодаря своей мощной биологической активности.

Ферментативное взаимодействие между ферментом аллииназой и серосодержащим соединением (аллиином) приводит к образованию аллицина при разрушении чеснока. После попадания в организм аллицин быстро всасывается из пищеварительной системы в кровь, проникает через клеточные мембраны и попадает в различные ткани. Метаболиты аллицина выводятся из организма в основном с мочой и выдыхаемым воздухом. Скорость выведения аллицина зависит от различных факторов, в том числе от индивидуальных особенностей и конкретной лекарственной формы.



Аллицин обладает множеством полезных свойств, например противомикробной активностью, которая подавляет рост бактерий, вирусов и грибов с помощью различных механизмов. Кроме того, он действует как антиоксидант, нейтрализующий свободные радикалы. Кроме того, аллицин оказывает противовоспалительное действие, подавляя медиаторы воспаления и ферменты, что свидетельствует о его пользе при воспалительных процессах. Это соединение может улучшать кровоток и состояние сердечно-сосудистой системы, снижая кровяное давление, подавляя агрегацию тромбоцитов и расширяя сосуды.

Особые преимущества аллицина наблюдались на птицеводческих фермах, где было задокументировано влияние этого соединения на улучшение параметров роста животных, возникающее в результате увеличения потребления корма и, как следствие, увеличения привеса. Однако подробные механизмы, ответственные за полученные улучшения параметров веса птицы, остаются не полностью выясненными. По мнению некоторых исследователей, добавление экстракта чеснока, содержащего аллицин, в корм

может стимулировать аппетит животных, что приводит к произвольному увеличению потребления пищи и увеличению веса. Использование аллицина в животноводстве также относится к использованию этого соединения в качестве гиполипидемического и гипохолестеринемического агента, а также агента для улучшения качества продуктов животного происхождения, особенно яиц птицы. Исследования показали, что добавление аллицина в корм может благоприятно влиять на профиль жирных кислот яичного желтка за счет повышения уровня полиненасыщенных жирных кислот. В некоторых исследованиях также сообщается о возможности использования аллицина для модуляции кишечного микробиома [2].

Несмотря на хорошо известные антимикробные свойства аллицина, его применение в качестве лекарственного средства ограничивается несколькими факторами. Ключевая проблема заключается в нестабильности аллицина: он быстро разлагается, превращаясь в другие, менее активные соединения. Это затрудняет его доставку к месту инфекции в необходимой концентрации и ограничивает спектр возможных лекарственных форм. Кроме того, механизм действия аллицина на молекулярном уровне до конца не изучен, что усложняет его стандартизацию и разработку на его основе эффективных и безопасных препаратов.

Таким образом, существует необходимость в углубленном исследовании свойств аллицина, разработке способов его стабилизации и оптимизации доставки, а также в изучении его воздействия на различные виды микроорганизмов и клетки человека.

Продукты, содержащие аллицин:

1. Лук порей
2. Лук-шалот
3. Черемша
4. Лук-батун
5. Рокамболь
6. Лук слизун

7. Чеснок — это самый известный и сильный природный антибиотик. В настоящее время антибактериальные свойства чеснока проверены на 23 типах бактерий. Чеснок убивает стафилококки, стрептококки, сальмонеллу, бактерии тифа и паратифа, дифтерийную палочку, замедляет развитие туберкулезной палочки.

Лук. Он помогает остановить развитие стрептококка, стафилококка, дифтерийной, дизентерийной и туберкулезной палочки.

Практическая часть

Для исследования использовали сок чеснока, сок лука которые содержат множество сильно пахнущих серосодержащих соединений, которые и являются антибиотиками, токсичными для микробов, но не токсичными для млекопитающих. Антибиотики чеснока, герани и лука выделяются в форме сложного «коктейля», состоящего из нескольких десятков разных веществ. Это соединение содержит тиосульфат-ион. Потому было решено провести качественные реакции на тиосульфат-ион, используя в качестве объектов исследования сок чеснока, лука.

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, воронка, бумажный фильтр, химические стаканы, стеклянная палочка, растворы хлорида бария, нитрата серебра, йода, сок чеснока, лука.

1. Реакция с хлоридом бария. Тиосульфат-ион при взаимодействии с катионами бария образует белый мелкокристаллический осадок тиосульфата бария.

Ход опыта:

В одну пробирку добавила 1 мл фильтрата сока чеснока в другую 1 мл сока лука, в каждую добавили 1 мл раствора хлорида бария. В пробирке с соком чеснока (Рис. 1) и пробирке с соком лука (Рис. 2) наблюдается образование белого осадка тиосульфата бария. Осадок образуется медленно.

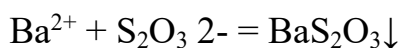




Рис.1

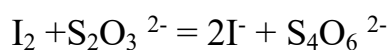


Рис.2

2.Реакция с йодом. Тиосульфат-ион обесцвечивает нейтральные или слабощелочные растворы йода, восстанавливая йод до йодид-ионов.

Ход опыта:

В одну пробирку добавила 1 мл фильтрата сока чеснока в другую 1 мл сока лука, в каждую добавляли по каплям разбавленный раствор йода, имеющего желтую окраску. Через 2-3 мин. Раствор йода в первой (Рис.3) и второй пробирках (Рис. 4) обесцветился.



При взаимодействии с йодом тиосульфат-ион действует как восстановитель, желтая окраска йода обесцвечивается.

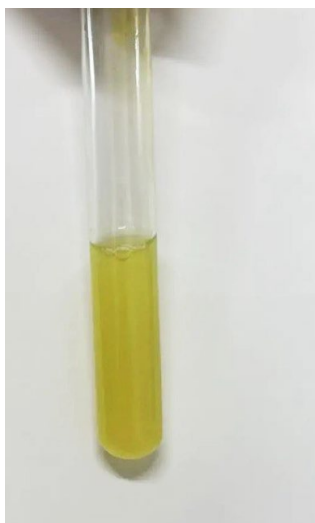


Рис.3

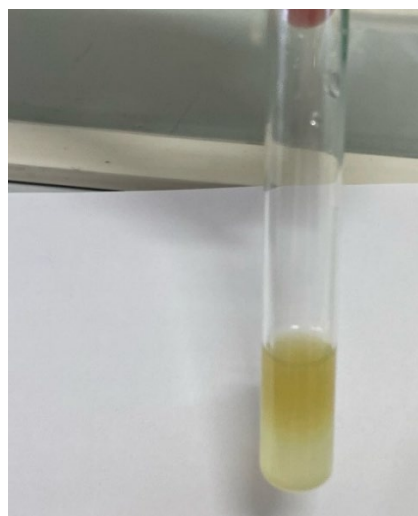
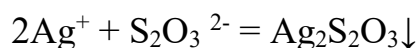


Рис.4

3. *Реакция чеснока с нитратом серебра.* Тиосульфат-ион с катионами серебра Ag^+ образует белый осадок тиосульфата серебра.

Ход опыта:

В одну пробирку добавила 1 мл фильтрата сока чеснока в другую 1 мл сока лука, в каждую добавляли 1 мл раствора нитрата серебра. В первой (Рис.5) и второй (Рис.6) пробирках выделялся белый осадок тиосульфата серебра, переходящий в желтый, затем в темный:



Осадок тиосульфата серебра $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$ разлагается до черного сульфида серебра Ag_2S :

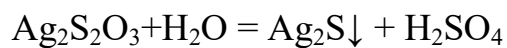


Рис.5

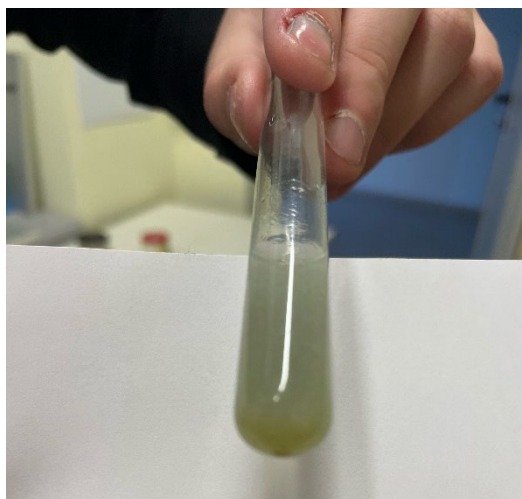


Рис. 6

Заключение

В ходе данной исследовательской работы была поставлена и успешно выполнена цель: экспериментальным путём доказать наличие биологически активных соединений, в частности, серосодержащих компонентов аллицина, в таких распространённых растениях, как лук и чеснок.

Для этого на практике были проведены три качественные химические реакции. В опыте с хлоридом бария наблюдалось постепенное образование белого мелкокристаллического осадка в обеих пробирках с соком чеснока и лука. Реакция с раствором йода показала восстановительные свойства исследуемых соков: характерная жёлтая окраска йода полностью исчезла в течение нескольких минут. При добавлении нитрата серебра также выпал белый осадок, который со временем поменял цвет на жёлтый, а затем на тёмный, что является классическим признаком протекания данной реакции.

Все эти наблюдения служат чётким доказательством того, что в луке и чесноке в значительном количестве присутствуют тиосульфат-ионы, которые напрямую связаны с противомикробными свойствами аллицина. Таким образом, наши эксперименты наглядно подтвердили, что данные растения являются природными источниками веществ с антибиотической активностью. Это открывает большие перспективы для их дальнейшего изучения в качестве альтернативы или дополнения к традиционным антибиотикам.

Список литературы

1. <https://biomolecula.ru/articles/antibiotikorezistentnost-how-to-make-antibiotics-great-again?ysclid=mi2zw60vlp525314307>
2. <https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/veterinarija/perspektivy-allicina-v-zhivotnovodstve-i-testy-na-japonskih-perepelah.html>.
3. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия /ООО «Издательский дом «М-Вести». Том 2, № 2, 2000, стр. 4-11
4. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия /ООО «Издательский дом «М-Вести». Том 2, № 1, 2000, стр. 37-46
5. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/96-98_33.pdf.
6. <https://school-herald.ru/ru/article/view?id=1178>.
7. Аракелян И. Г. Изучение антимикробных свойств различных растений / И. Г. Аракелян, А. М. Магомедкеримова, И. Ф. Прасолова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2022 — № 27 (422). — С. 201-204.
8. Лыков И. Н. Загрязнение различных поверхностей антибиотикорезистентными микроорганизмами / И.Н. Лыков, Т.А. Голик, А.А.Жихор, А.Н.Ушакова // Молодой учёный. —2021 — № 33(375).- С. 77-81.

Приложение 1

Информационный буклет «Аллицин-природный антибиотик»

Аллицин

Аллицин-природный антибиотик. Натуральная форма аллицина представляет собой экстракт чеснока, а синтетическая форма – биологически активную добавку. Аллицин обладает множеством полезных свойств, например противомикробной активностью, которая подавляет рост бактерий, вирусов и грибов с помощью различных механизмов. Кроме того, он действует как антиоксидант, нейтрализующий свободные радикалы. Кроме того, аллицин оказывает противовоспалительное действие, подавляя медиаторы воспаления и ферменты, что свидетельствует о его пользе при воспалительных процессах. Это соединение может улучшать кровоток и состояние сердечно-сосудистой системы, снижая кровяное давление, подавляя агрегацию тромбоцитов и расширяя сосуды.

Продукты содержащие аллицин:

1. Чеснок
2. Лук репчатый
3. Лук порей
4. Лук-шалот
5. Черемша
6. Зелёный лук
7. Лук-батун

