Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

«Средняя школа № 7 имени Героя Советского Союза Б.С. Левина»

г. Рославля Смоленской области

Исследовательская работа

на тему:

«Влияние ультразвуковых волн на развитие плесневых грибов»

Выполнил:

Хрущёв Вадим Николаевич,

ученик 11Б класса.

Руководитель: Шипко Ольга Владимировна,

учитель биологии.

г. Рославль

2021 г.

Оглавление

[Введение 3](#_Toc83587365)

[Глава 1.Ультразвук и его применение 4](#_Toc83587366)

[1.1.Природа и история открытия ультразвука. 4](#_Toc83587367)

[1.2.Применение ультразвука 6](#_Toc83587368)

[1.2.1 Применение ультразвука в медицине. 6](#_Toc83587369)

[1.2.2.Применение ультразвука в косметологии 7](#_Toc83587370)

[1.2.3.Применение ультразвука для обработки пищевых продуктов 7](#_Toc83587371)

[Глава 2. Микромицеты и их вред для здоровья человека 8](#_Toc83587372)

[Глава3.Влияние ультразвуковых волн на развитие плесневых грибов 10](#_Toc83587373)

[3.1. Выявление изменений развития плесневых грибов под действием ультразвука 10](#_Toc83587374)

[3.2. Анализ результатов исследования 10](#_Toc83587375)

[Заключение 12](#_Toc83587376)

[Список использованной литературы 13](#_Toc83587377)

[Приложение 14](#_Toc83587378)

# 

# Введение

"Она появилась на Земле 200 миллионов лет назад. Она убивает и спасает от смерти. Ее называют "хлебом дьявола" и "плевком Бога". Она сказочно красива, но вызывает отвращение"

(«Плесень»-документальный фильм)

Современные квартиры — новая экологическая ниша для патогенных грибов. Активное развитие микромицетов проявляется в виде тонкого налета различных — серого, зеленого, желтого — цветов на потолке (стенах) жилых помещений, наносит материальный ущерб владельцам и представляет потенциальную опасность для здоровья людей.

Одним из основных и самых опасных свойств плесени является ее вездесущность. Микроскопические грибки способны выживать, без преувеличения, в любых условиях. Они прекрасно чувствуют себя среди арктических льдов, на радиоактивном саркофаге 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС, и даже в открытом космосе.  
Так, в рамках эксперимента «Биориск», который был направлен на исследования влияния условий открытого космоса на живые организмы, три капсулы со спорами плесневых грибов Пенициллум, Аспергилус и Кладоспориум вывели в открытый космос и прикрепили к обшивке орбитальной станции. Результаты были просто ошеломляющие, споры плесневых грибов после полугодового пребывания в открытом космосе не только выжили, но еще и мутировали, став более агрессивными и устойчивыми[14].

Повышенная концентрация элементов мицелия микромицетов представляет существенную опасность для лиц, проживающих в пораженном плесенью доме (квартире): проникая в человеческий организм, микобиота провоцирует развитие целого ряда заболеваний. В группе риска — дети, люди с ослабленной иммунной системой, женщины и мужчины старше 60 лет. Грибок в квартире может стать причиной развития: общего истощения, головных болей, носовых кровотечений, конъюнктивитов, сбоев в работе ЖКТ, болезней дыхательных путей, аллергий, поражений кожных покровов, ревматических недугов.

Здоровью человека угрожают также испорченные продукты, а вернее, содержащиеся в них микотоксины, вырабатываемые некоторыми видами плесневых грибов. Как выяснилось, они воздействуют на организм на генетическом уровне, влияют на репродуктивную функцию и могут сказаться на будущих поколениях. Микотоксины нередко маскируются под безвредные вещества и существующие тестовые системы выявить их способны не всегда. Над этим работают и российские, и зарубежные ученые.

В настоящее время человек располагает широким набором биоцидных средств, многие из которых выпускаются и используются в нашей стране. Серьезное опасение вызывает возможность химических средств оказывать мутагенное действие. Проблема загрязнения окружающей среды химическими фунгицидами усугубляется появлением к ним резистентности у грибов[2].

В связи с этим вопрос защиты человеческого жилища, а также самого человека от негативного воздействия микроорганизмов является очень **актуальным.** Поэтому специалистами в области технической и медицинской микробиологии активно ведется изучение действия высокоинтенсивных физических факторов, противодействующих проникновению патогенных биологических агентов в места работы и проживания человека.

Одним из методов борьбы с патогенными микроорганизмами является использование ультразвука. В настоящее время ультразвуковые волны находят все большее применение в дезинфекционном деле. Их использование базируется в основном на способности вызывать мгновенные разрывы бактериальных, животных и растительных клеток и клеточных структур. Очевидно, что ведущим стерилизующим фактором является ультразвуковая кавитация. Чем выше интенсивность ультразвуковых волн, тем более выражены кавитационные явления и тем сильнее биоцидное действие[2].

Цель нашего исследования: выяснить влияние ультразвука на развитие «черной» и «зеленой» плесени.

Задачи исследования:

-вырастить колонию плесневых микромицетов (в качестве субстрата использовать белый хлеб);

-в течение определенного промежутка времени подвергать данную колонию действию ультразвука с частотой 50кГц;

-сравнить степень развития грибов, подвергавшихся действию ультразвука, с контрольным материалом;

-на основании наблюдений сделать выводы о влиянии ультразвука на рост плесневых грибов.

Объект исследования: «черная» и «зеленая» плесень (род Ulocladium, Cladosporium, Penicillium, Alternaria, Aspergillus, Chaetomium, Phoma, Wallemia и другие)

Предмет исследования: действие ультразвуковых волн на плесневые грибы.

Гипотеза: ультразвуковые волны угнетают развитие плесневых микромицетов.

В своем исследование мы использовали следующие методы: наблюдение, описание, эксперимент, сравнение и анализ.

**Глава 1.Ультразвук и его применение**

**1.1.Природа и история открытия ультразвука.**

Многие знают определение звука из школьного учебника по физике: «Звуковыми волнами или просто звуком принято называть волны, воспринимаемые человеческим ухом». Таким образом, диапазон звуковых волн лежит в пределах от 20 Гц до 20 кГц. Звуки именно такой частоты способен слышать человек. Волны с частотой менее 20 Гц называются инфразвуком, а с частотой выше 20 кГц – ультразвуком.

В то время как человеку инфразвук и ультразвук недоступны, многие живые существа вполне нормально общаются в этих частотах. Например, слон различает звук частотой от 1 Гц, а в верхнем пределе слышимости лидируют дельфины – максимум слухового восприятия у них доходит до 150 кГц. Кстати, ультразвук вполне способны уловить собаки и кошки. Собака может слышать звук до 70 кГц, а верхний порог звукового диапазона у кошек равен 30 Гц [8].

Если для некоторых животных ультразвук – обычный способ общения, то людям о наличии в природе «невидимых» звуковых волн лишь приходилось догадываться. Опыты в этой сфере проводил еще Леонардо да Винчи в XV веке. Но открыл ультразвук в 1794 году итальянец Ладзаро Спалланцани, доказав, что летучая мышь с заткнутыми ушами перестает ориентироваться в пространстве.

В XIX веке ультразвук произвел настоящий бум в научной среде, стали проводиться первые научные опыты. Например, в 1822 году, погрузив в Женевское озеро подводный колокол, удалось вычислить скорость звука в воде, что предопределило рождение гидроакустики.

**Первый генератор ультразвука**сделал в 1883 году англичанин**Фрэнсис Гальтон.** Ультразвук создавался подобно свисту на острие ножа, если на него дуть. Роль такого острия в свистке Гальтона играл цилиндр с острыми краями. Воздух или другой газ, выходящий под давлением через кольцевое сопло, диаметром таким же, как и кромка цилиндра, набегал на кромку, и возникали высокочастотные колебания. Продувая свисток водородом, удалось получить колебания до 170 кГц.

Ближе к концу века, в 1890 году, учеными Пьером и Жаком Кюри было открыто физическое явление, которое вошло в основу ультразвукового исследования. Братья Кюри обнаружили пьезоэлектрический эффект. Заключается он в том, что при механической деформации некоторых кристаллов между их поверхностями возникает электрическое напряжение.

На основе таких пьезокерамических материалов и создается главный компонент любого УЗИ-оборудования – преобразователь, или датчик, ультразвука. На пьезоэлементы подается ток, который преобразуется в механические колебания с излучением ультразвуковых волн. Пучок ультразвуковых волн распространяется в тканях организма, часть его отражается и возвращается обратно к пьезоэлементу. Основываясь на времени прохождения волны, оценивается расстояние.

В период Первой мировой войны был разработан прибор, который применялся вовсе даже не для медицинских целей – его предназначением было обнаружение чужих подводных лодок и вычисление расстояния до цели. Гибель «Титаника» от столкновения с айсбергом, необходимость борьбы с новым оружием - подводными лодками требовали быстрого развития ультразвуковой гидроакустики. В 1914 году, французский физик **Поль Ланжевен** совместно с талантливым русским учёным-эмигрантом Константином Васильевичем Шиловским впервые разработали гидролокатор, состоящий из излучателя ультразвука и гидрофона - приёмника УЗ колебаний, основанный на пьезоэффекте[10].

До того как ультразвук пришел в человеческую медицину, его начали применять в ветеринарии – со вполне, впрочем, определенной целью: у свиней с его помощью определяли подкожный жир.

В начале сороковых годов были сделаны первые попытки исследовать с помощью ультразвука тело человека. Но только в начале пятидесятых годов эти попытки увенчались успехом – были получены изображения внутренних органов.

## 1.2.Применение ультразвука

Ультразвук обладает следующими эффектами:

* противовоспалительным, рассасывающим действиями;
* анальгезирующим, спазмолитическим действиями;
* усилением проницаемости кожи.

### 1.2.1 Применение ультразвука в медицине

В медицине ультразвук вначале использовали как метод лечения артритов, язвенной болезни желудка, астмы. Было это в начале 30-х годов прошлого века. Считалось, что ультразвук обладает противовоспалительным, анальгезирующим, спазмолитическим действием, также усиливает проницаемость кожи. Кстати, сегодня на этом основан фонофорез – метод физиотерапии, когда вместо обычного геля для УЗИ наносится лечебное вещество, а ультразвук помогает препарату глубже проникать в ткани.

Но свое основное применение в области медицины ультразвук нашел как метод диагностики. Основателем УЗИ-диагностики считается австрийский невролог, психиатр Дьюссик. В 1947 году он рассмотрел опухоль мозга, учитывая интенсивность, с которой ультразвуковая волна проходила сквозь череп пациента.

Настоящий прорыв в развитии ультразвуковой диагностики произошел в 1949 году, когда в США был создан первый аппарат для медицинского сканирования. Это устройство мало чем напоминало современные УЗИ-сканеры. Оно представляло собой резервуар с жидкостью, в которую помещался пациент, вынужденный долгое время сидеть неподвижно, пока вокруг него передвигался сканер брюшной полости – сомаскоп[8]. Но начало было положено. УЗИ-сканеры совершенствовались очень стремительно, и к середине 60-х годов они стали приобретать привычный вид с мануальными датчиками.

Особо широкое применение ультразвук нашел в акушерстве и гинекологии. Уже в конце 1990-х годов во многих странах УЗИ стало стандартным исследованием, с помощью которого определяли срок беременности, выявляли пороки развития плода.

Способность ультразвука уничтожать микроорганизмы и бактерии ученые-медики использовали в своей практике. Так, например, ультразвуком начали стерилизовать препараты сыворотки крови и плазмозаменяющих растворов, что обеспечивает более высокое их качество и длительный срок хранения.

### 1.2.2.Применение ультразвука в косметологии

Ультразвук в косметологии помогает справиться с эстетической проблемой современной цивилизации и максимально быстро восстановливает свежий, здоровый внешний вид. Самые популярные методы применения ультразвука в косметологии включают ультразвуковой пилинг и фонофорез[13].

Ультразвуковой пилинг основан на явлении кавитации, которое включает образование пульсирующих пузырьков воздуха в жидкости - контактной среды, нанесенной на кожу. Эти пузырьки появляются в результате локальных трещин в непрерывном поле ультразвуковых волн, благодаря вибрации и давлению они набухают и быстро лопаются, разбивая мертвые клетки эпидермиса. Ультразвуковая терапия в косметологии ускоряет поглощение активных ингредиентов через эпидермис. Она также может питать кожу веществами, которые обычно очень плохо проникают в нее, такими как пептиды и витамины, и значительно улучшает процесс тканевого дыхания, стимулирует обмен веществ и обеспечивает жидкости в колебательных движениях, так что питательные вещества достигают глубоких слоев дермы. Такое воздействия ультразвука в косметологии называют - фонофорез.

### 1.2.3.Применение ультразвука для обработки пищевых продуктов

В настоящее время достаточно активно изучается ультразвуковая обработка пищевых сред. Воздействие ультразвука на микроорганизмы связывают с явлением кавитации. Кавитация – процесс образования в жидкой среде полостей, заполненных парами самой жидкости, которые мгновенно резко захлопываются[6]. Возникающие при этом импульсы давления способны разрушать многие биообъекты, в том числе и микроорганизмы. Наиболее губителен для микроорганизмов ультразвук с частотой от 20 кГц до 100 кГц)[7]. Под действием ультразвука быстро погибают грамположительные и грамотрицательные анаэробные и аэробные, патогенные и непатогенные бактерии. Весьма чувствительны к ультразвуку палочковидные, кокковые, лучистые грибки и другие микроорганизмы. При этом эффективность обработки зависит от продолжительности воздействия, химического состава среды, ее вязкости, температуры, рН и исходной степени обсемененности. Имеются сведения о возможности снижения при ультразвуковом воздействии первоначального количества микроорганизмов на 90-99 %.

При высокой интенсивности звука распад бактериальной клетки происходит чрезвычайно быстро (1/200 секунд)[7]. Воздействие ультразвука приводит к частичной, а в некоторых случаях к полной дезактивации различных микроорганизмов. [Ударные импульсы](https://mash-xxl.info/info/6198) давления, образующиеся при захлопывании пузырьков, действуют разрушительным образом на бактерии. Воздействие ультразвука на туберкулезные палочки, стрептококки, стафилококки приводит к уменьшению активности этих микроорганизмов. Действие ультразвука на бактерии в основном является коллоидно-[химическим процессом](https://mash-xxl.info/info/319416), вызывающим на поверхности клетки гидратацию коллоидов, благодаря чему [составные части](https://mash-xxl.info/info/598488)  клетки переходят в раствор. Возможно, однако, что описываемое явление объясняется спонтанным автолизом бактерий, возникающим благодаря нарушению ферментативных реакций.

Разрушение микроорганизмов наблюдается только при повышенной [интенсивности излучения](https://mash-xxl.info/info/18861). При малых же [интенсивностях ультразвука](https://mash-xxl.info/info/201202) , наоборот, происходит стимулирование роста бактерий и вирусов.

Преимущество стерилизации пищевых продуктов облучением ультразвуком заключается в том, что продукт не нагревается до высокой температуры и его вкусовые качества остаются высокими. Однако при использовании ультразвуковой обработки необходимо учитывать, что низкая интенсивность воздействия способствует росту колоний микроорганизмов. По-разному влияет ультразвук на витамины в пищевых продуктах. Аскорбиновая кислота может окисляется, витамины группы В сохраняются при воздействии ультразвука низких частот, а витамины А2 и D2 более устойчивы при озвучивании на более высоких частотах .

**Глава 2. Микромицеты и их вред для здоровья человека**

Микромицетами называются микроскопические грибы. Они широко

распространены в окружающей среде, обитают в воздухе, воде, почве, в жилищах людей.

В искусственных условиях, наиболее отвечающих потребностям человека, выживают лишь отдельные штаммы микроорганизмов, для которых жилье человека оказывается, как и для самого человека, наиболее приемлемым. Они не патогенны для человека, они сапротрофы, но, в то же время, обладают способностью вызывать лизис макромолекул, поэтому при некоторых условиях могут разрушать не только мертвый биосубстрат, но и живые ткани, то есть приобретать патогенные свойства. Следовательно микромицеты внутри помещений оказывают прямые вегетативные воздействия на здоровье находящихся там людей, вступая в антибиоз с человеком[2].

Существуют разные классификации микромицетов. Некоторые ученые относят к ним дрожжи, которые широко используются в пищевой промышленности, другие считают их отдельным видом микроорганизмов. Известным представителем микромицетов является плесневый гриб пеницилл. Таким образом, многие виды микроскопических грибов широко используются человеком в пищевой индустрии, хозяйстве и медицине. Но есть и другие микромицеты, которые причиняют немало вреда окружающей среде и с которыми человек пытается всячески бороться.

Ко второй группе микромицетов относится ряд грибов, которые могут вызвать серьезные заболевания у людей, животных, птиц, рыб и даже растений. Не все из них изначально были опасными. Ученые выявили распространенность и агрессивность некоторых видов микроскопических грибов, которые раньше не проявляли таких свойств или обнаруживали крайне редко, но в связи с экологическими изменениями становятся опасными для здоровья человека. Грибковые болезни занимают все большую роль в структуре заболеваемости людей. Особенно актуально это для лечебно-профилактических учреждений, так как одной из самых серьезных проблем современной медицины является профилактика внутрибольничных инфекций. Дезинфекция – одно из наиболее значимых направлений данной профилактики.

В систематике микроскопические грибы подразделяются на несколько классов: Хитридиомицеты, Оомицеты, Аскомицеты, Зигомицеты, Базидиомицеты, Дейтеромицеты. Существует также бытовое деление на группы по цвету. По этой классификации плесень делится на: черную, желтую, белую, голубую, зеленую и розовую.

В группу черной плесени входит большое количество видов: Ulocladium, Cladosporium, Penicillium, Alternaria, Aspergillus, Chaetomium, Phoma, Wallemia [3]. Общим признаком для них является образование колоний черного цвета. Оттенок пятен может отличаться в зависимости от вида грибка, его стадии развития и качества основы, на которой выросла колония. Это не один вид грибов, а несколько разных. Черная плесень может развиваться на продуктах, бетоне, бумаге, металле, дереве, а в некоторых случаях даже на коже и в дыхательных путях человека. Споры некоторых видов, попадая в организм, вызывают аллергическую реакцию и расстройство пищеварения. ​Другие виды практически безвредны для жителей домов и квартир.

Типичным представителем желтой разновидности является аспергилл. Колонии желтых оттенков могут появляться на продуктах питания, которые становятся опасными для человека, а также в сырых подвалах, посудомоечных и стиральных машинах. Афлотоксины, которые выделяют желтые грибки, практически не выводятся из организма, вызывая при большой концентрации сильное отравление.

Белая разновидность встречается на продуктах питания, земле, дереве. На стенах в квартире белый грибок появляется редко. По сравнению с предыдущей разновидностью он представляет гораздо меньшею угрозу самочувствию человека. В некоторых случаях белый грибок иногда путают с высолами. Чтобы отличить их, необходимо размять в руках кусочек. Если он мягкий и мнется – это плесень, если крошится – соль.

Отдельно нужно выделить грибок Candida. В норме он живёт в толстой кишке каждого человека и участвует в различных внутренних процессах: в частности, уничтожает остатки непереваренных питательных веществ и выводит токсины в результате метаболических процессов. Кроме того, он заставляет иммунную систему всё время быть начеку, то есть способствует поддержанию естественной защиты организма. Но положительную роль этот грибок играет лишь до тех пор, пока в кишечнике сохраняется здоровый баланс микрофлоры. Если же он нарушается, этот грибок распространяется в организме чрезмерно, начинает выделять токсины, вызывающие различные болезни.

# Глава3.Влияние ультразвуковых волн на развитие плесневых грибов

# 3.1. Выявление изменений развития плесневых грибов под действием ультразвука

Для опыта мы взяли 2 одинаковых влажных кусочка белого хлеба площадью 12 см2 и поместили их в чашки Петри. В течение 8 дней хлеб в одной чашке (объект 1) подвергали действию ультразвука частотой 50 кГц по 10 минут в день. Хлеб в другой чашке (объект 2) оставили без изменений (контрольный материал). Ежедневно отмечали интенсивность и площадь поражения «черной» и «зеленой» плесенью субстратов в одной и другой чашках. Площадь измеряли с помощью прозрачной пластиковой палетки. Результаты наблюдений занесли в таблицу.

Изменение площади поражения белого хлеба плесневыми микромицетами под влиянием ультразвука

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Количество дней | Площадь поражения плесневыми грибами под действием ультразвука  (объект 1), см2 | Площадь поражения плесневыми грибами  (объект 2), см2 |
| 1 | изменений нет | изменений нет |
| 2 | изменений нет | 0,3 |
| 3 | 1,5 | 2,5 |
| 4 | 2 | 4 |
| 5 | 3 | 6 |
| 6 | 3,5 | 6 |
| 7 | 3,5 | 7 |
| 8 | 5,5 | 9 |

## 3.2. Анализ результатов исследования

Исходя из результатов исследования, можно сделать следующие выводы:

* Изменения наблюдались уже на второй день исследования. На объекте, который не подвергался действию ультразвуковых волн, появилось небольшое пятно плесени. В чашке с хлебом, которая подвергалась воздействию изменений не обнаружилось (Приложение 1).
* В дальнейшем, при измерениях на объекте 2 обнаружился интенсивный рост колонии плесневых грибов (Приложение1).
* На объекте 1 пятно плесени также обнаружилось, но рост его был менее интенсивным [рис. 1]
* Отсутствие быстрого роста площади поражения объекта 1 микромицетами может быть связано с ежедневным действием ультразвука на него.

Рис.1 График динамики развития плесневых грибов под действием ультразвука и при отсутствии его воздействия.

# Заключение

Если рассматривать различные виды плесени в микроскоп, можно бесконечно удивляться и восхищаться ее многоликости и красоте. А какова «архитектура» создаваемой ею колоний! Невероятные формы и текстуры, яркая палитра расцветок — все это могло бы стать бесконечным источником вдохновения для художественных дизайнеров. Польза плесени была случайно обнаружена английским микробиологом в 1928г. Александром Флемингом. Эта плесень, названная Penicilium notatum, способна убивать бактерии, но безвредна для человека и животных. Это открытие положило начало производству пенициллина, который считается «самым действенным средством в современной медицине». Также плесень открыла двери в восхитительный мир вкуса. Сорта сыра: камамбер, бри, горгонзола, дор-блю, рокфор и др. обязаны своим особенным вкусом некоторым видам плесени рода пенициллиум. С помощью ферментов, которые вырабатывает плесень готовят кефир, ряженку, сметану и т.д. В этом же ряду стоит салями и соевый соус.

Однако человеку при виде плесени не до красоты. И дело не только в брезгливости — плесень исключительно опасна для человека. Науке сегодня известно от 2 до 4 сотен разновидностей микотоксинов, но и у тех далеко не у всех до конца изучена степень токсичности. Микологи полагают, что нулевого уровня опасности среди них не существует и даже те из них, что имеют ничтожно малый негативный фактор, обладают накопительной способностью в человеческом организме. Даже тщательное исключение из меню заплесневелого хлеба не дает гарантии, что микотоксины не попадут в организм с абсолютно свежими хлебобулочными изделиями. По данным международной продовольственной организации, до четверти собранного зернового урожая уже загрязнено плесневелыми грибами. Причиной этого становится несвоевременная уборка, зимовка зерновых под снегом и создание других благоприятных для их развития условий. Случаи массового отравления фиксировались в СССР, впоследствии таких данных получено не было или они попросту не собирались.

В современной микробиологии актуальными являются вопросы изучения особенностей и механизмов влияния внешних физических факторов на состояние микроорганизмов для возможного использования этих воздействий в решении прикладных задач и внедрения новых технологий в медицине и биологии. Одним из таких факторов является ультразвуковые волны. Целью нашей работы было изучение их влияния на развитие плесневых грибов. По полученным данным можно судить о фунгицидной активности ультразвука. Таким образом, наша гипотеза подтвердилась.

Тема борьбы с плесенью настолько обширна и разнообразна, что в рамках данной работы невозможно осветить все ее аспекты. Мы планируем в дальнейшем продолжить изучение увлекательного процесса образования и борьбы с плесневыми грибами. И конечно, нельзя не сказать, что изучение темы плесени и ее спор играют огромную роль в сфере биохимии и генетики.

# Список использованной литературы

1.Акопян, В. Б., Ершов, Ю. А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии.- М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005.

2.Кряжев Д.В., Ичеткина А.А., Смирнов В.Ф. Физиологические и биохимические аспекты действия ультразвука на оппортунистические микромицеты //Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского,2012 №2(3)

3.Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов.- М.: Медицина для всех, 2005.

4.Чебышев Н.В., Биология. Пособие для поступающих в вузы. Том 2.- М.: Новая волна 2018.

*Интернет -ресурсы*

5. https://jbks.ru/archive/issue-4/article-11

6. http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/899/70899/47898?p\_page=9

7. https://euromedcompany.ru/ultrazvuk/osnovy-vzaimodejstvija-ultrazvuka-s-biologicheskimi-obektami/#AAA3

8. https://rostec.ru/news/ultrazvuk-shag-v-meditsinu/

9. https://apertosib.ru/articles/uzi-istoriya-otkrytiya-i-ispolzovaniya-ultrazvuka/

10. http://beznakipi.com/ru/ultrasound

11. https://mash-xxl.info/info/421857/

12. https://xn--e1aahgrctjf9g.com/samaya-opasnaya-plesen

13.https://kosmetologia.com.ua/novosti/ultrazvuk-v-kosmetologiji-scho-daje-ultrazvukova-terapija

14.https://alumni.mgimo.ru/page/adaptive/id31258/blog/4463790/?ssoRedirect=t

# https://sun9-35.userapi.com/impg/vaumf8bTBTdmwNImnvNeFf_XTdjCZfo_lAVPyw/oYATflXhVy0.jpg?size=1440x1920&quality=96&sign=83c7c53945d8a4da8e4a2e589af6343c&type=albumПриложение









