

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
гимназия «Пушино» городского округа Пушкино Московской области**

Микробиологическое загрязнение воздуха антропогенной среды города Пушкино и методы его очистки

Автор проекта: Шуваева Катерина
Юрьевна, учащаяся 11А класса
МБОУ «Пушино»

Научный руководитель – Зуйкова Ольга
Викторовна, учитель биологии
МБОУ «Пушино»

г. Пушкино

2020 год

Введение

Люди живут в тяжелых климатических условиях, поэтому их организм подвергается воздействию неблагоприятных факторов чаще и в большей степени, чем в других климатических зонах. Длительное воздействие низких температур вынуждает человека проводить большую часть времени в закрытых помещениях: дома, в школе, детском саду и других помещениях, от условий которых в значительной степени зависит здоровье людей, ведь в закрытом пространстве северяне проводят до 80% своего времени (Баталов, Морозова, 2004).

Заболеваемость во многом зависит от микробиологического загрязнения воздуха среды, в которой человек проводит свое время. Специалистами установлено, что загрязнение воздуха внутри помещений может во много раз превосходить наружное (Фомин, Фомина). Так по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), загрязнения воздуха внутри помещений входит в десятку основных факторов риска для здоровья и жизни современного человека. В настоящее время известно около 3000 болезней человека, возбудителями которых являются различные микроорганизмы: бактерии, простейшие, вирусы и др. Однако, из огромного количества бактерий лишь небольшое число видов являются патогенными. Бактерии являются возбудителями чумы (*Yersinia pestis*), сибирской язвы (*Bacillus anthracis*), лепры (*Mycobacterium lepreae*), дифтерии (*Corynebacterium diphtheriae*), холеры (*Vibrio cholerae*), туберкулеза (*Mycobacterium tuberculosis*) и многих других опасных заболеваний. Многие бактерии, являющиеся в норме безопасными для человека, в случае нарушения иммунитета или общего ослабления организма могут выступать в качестве патогенов. (Павлович, Пяткин, 1993).

Чтобы вызвать заболевание, патогенные микробы должны проникнуть в организм в определенной инфицирующей дозе. Патогенность микробов зависит от многих факторов. В зависимости от разных условий она может

снижаться или увеличиваться. Степень патогенности (болезнетворности) организмов называется вирулентностью.

Известно, что достаточно эффективно снижает уровень бактериального загрязнения проветривание помещений. Однако, регулярное проветривание помещений в зимний период невозможно. Окна не открываются всю зиму с целью уменьшения потерь тепла, поэтому проблема микробиологического загрязнения воздуха стоит особенно остро. Наибольшая заболеваемость детей в МБОУ «Пушино» школе наблюдается в зимний период, во время длительных холодов (приложение 1, таблица 1).

Возникают вопросы:

1. Как велико микробиологическое загрязнение воздуха антропогенной среды?
2. Как можно снизить уровень микробиологического загрязнения воздуха?
3. Какие методы очистки воздуха наиболее эффективны в борьбе с микроорганизмами?

Цель работы: определение микробиологического загрязнения антропогенной среды и выявление наиболее эффективных методов очистки воздуха от микроорганизмов.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи:**

1. изучение литературы по данной тематике;
2. анализ статистических данных по заболеваемости детей в МБОУ «Пушино»;
3. выбор методики проведения исследований;
4. исследование загрязненности воздуха микроорганизмами в различных участках города Пушино;
5. определение эффективности разных способов очистки воздуха от микроорганизмов;
6. анализ полученных данных.

Для выполнения задач использованы **методы:** реферативный; экспериментальный; наблюдения; статистический; аналитический; визуализация данных; выявление закономерностей.

Гипотеза: наибольшее микробиологическое загрязнение воздуха можно ожидать в местах массового скопления людей. Уровень загрязненности воздуха микроорганизмами можно снизить.

Глава I

Микроорганизмы и факторы, влияющие на их жизнедеятельность

1. Микроорганизмы

Микробы (микроорганизмы) представлены неклеточными, или доклеточными, формами (вирусы, вироиды, прионы) и клеточными формами (бактерии, архебактерии и простейшие). По высшему уровню в иерархии классификации среди форм клеточных форм жизни различают три домена («империи»), имеющие ранг «надцарства»:

- домен «Bacteria» - прокариоты. Клетки имеют ядро без ядерной оболочки (истинные бактерии, или эубактерии);
- домен «Archaea» - прокариоты (архебактерии);
- домен «Eukarya» - эукариоты. Клетки имеют ядро с ядерной оболочкой и ядрышком. Включает в себя царства Грибы (Fungi), Растения (Plantae), Животные (Animalia) с подцарством Простейшие (Protozoa) (Воробьев, Быков, 2003).

2. Бактерии. Признаки бактериальных колоний.

Бактерии – одноклеточные микроорганизмы, у которых отсутствует ядро. На этом основании их выделяют в надцарство Прокариоты, или Предядерные. Размеры клетки у большинства бактерий на порядок меньше, чем у грибов, растений или животных, и колеблются в пределах 0,2-10 мкм. Сегодня известно более 5000 видов бактерий. Несмотря на такие миниатюрные размеры, многие виды бактерий можно увидеть

невооруженным глазом. Конечно, речь идет не об отдельных бактериальных клетках, а о колониях бактерий – потомстве клеток одного вида на поверхности твердой питательной среды.

Заслуга в разработке методов выделения и изучения бактерий на твердых питательных средах принадлежит выдающемуся немецкому ученому Роберту Коху. Этот метод исследования микроорганизмов получил название метода чистых культур. В 1882 году Р. Кох впервые соединил преимущества непрозрачных и прозрачных питательных сред в одном методе. Для получения прозрачной твердой питательной среды он добавил к питательному бульону желатин, превратив его в желе. Среда с желатином или агар-агаром и сегодня широко используются для культивирования микроорганизмов. Колонии бактерий различны по величине, форме, рельефу, консистенции, поверхности и окраске. Все эти признаки можно увидеть либо невооруженным глазом, либо с помощью лупы. Величина колонии – это ее диаметр. Различают колонии точечные (диаметром меньше 1 мм), мелкие (1-2 мм), средние (3-4 мм), крупные (4-5 мм и более). Форма колоний бывает правильной (круглой) и неправильной (амебовидной, корневидной, напоминающей переплетающиеся корни деревьев). Рельеф колонии характеризуется приподнятостью над поверхностью питательной среды и контуром формы в вертикальном разрезе. Различают колонии: плоские, стелющиеся по поверхности среды; выпуклые, представляющие в разрезе сегмент шара; колонии с вдавленным центром; с приподнятой в виде соска серединой. Поверхность колонии бывает матовая или блестящая, с глянцем, сухая или влажная, гладкая или шероховатая. Механизм формирования гладких или шероховатых колоний обусловлен различием процессов клеточного деления. Цвет колонии определяется пигментом, который продуцирует культура микробов. Колонии бывают бесцветные или молочно-белого цвета, их называют неокрашенными. Пигментообразующие виды микробов дают колонии разных цветов: кремовые, желтые, золотисто-оранжевые, синие, красные, черные и др.

Консистенцию колонии оценивают посредством прикосновения или взятия из нее материала бактериальной петлей. По консистенции различают вязкие колонии, пастообразные, волокнистые или кожистые, хрупкие, сухие (Шапиро, 2008). Рост колоний происходит в термостате при поддержании постоянной температуры после оседания бактерий на питательную среду.

3. Факторы, влияющие на жизнедеятельность бактерий

Все факторы внешней среды, оказывающие влияние на жизнедеятельность микробов, можно разделить на три группы:

- 1) физические (влажность, температура, свет, концентрация растворенных в воде веществ);
- 2) химические (реакция среды, окислительно-восстановительные условия, действие различных веществ);
- 3) биологические (антагонизм между микробами, симбиоз, антибиотики, витамины, фаги) (Библиотека по биологии, электронный ресурс).

Развитие клетки и любого организма зависит от влажности среды. Высушивание, приводящее к обезвоживанию, губительно действует на микробов. Поэтому сушку используют как один из методов борьбы с микроорганизмами. На основе гибели микроорганизмов при обезвоживании основан и один из способов запасаения продуктов на зиму, например, сушка грибов и ягод.

Температура также влияет на жизнедеятельность организмов. Для уничтожения микробов применяют тепловую обработку продуктов – стерилизацию и пастеризацию. Губительное воздействие ультрафиолетовых и инфракрасных лучей широко применяется в медицине для обеззараживания воздуха в больничных помещениях, также приборы, создающие такие виды излучения, можно использовать для дезинфекции воды и пищевых продуктов.

Биологические методы борьбы с микроорганизмами основаны на антагонизме между ними. Часто развитие одних организмов угнетает развитие другие, а некоторые способны выделять особые вещества – антибиотики.

Антибиотическими свойствами обладают фитонциды — вещества, обнаруженные во многих растениях и пищевых продуктах (лук, чеснок, редька, хрен, пряности и др.). К фитонцидам относятся эфирные масла, антоцианы и другие вещества. Они способны вызывать гибель патогенных микроорганизмов и гнилостных бактерий (Энциклопедия экономиста, электронный ресурс). Фитонцидные свойства присущи абсолютно всем растениям – будь то бактерия, плесневый грибок, чеснок, дуб или сосна. Различают летучие фракции фитонцидов и фитонцидные свойства тканевых соков.

Одни фитонциды губительно действуют на микробов (бактерицидное воздействие), другие лишь тормозят, задерживают их рост и размножение (бактериостатическое воздействие).

Фитонциды были открыты профессором Б. П. Токиным в 1928 году. Со времени открытия фитонцидов накоплен большой фактический материал об антимикробных и противовирусных веществах высших растений. Фитонциды – важный фактор иммунитета растений. Это впервые было отмечено Б. П. Токиным и наиболее полно раскрыто Д.Д. Вердеревским и его школой на основе клеточной теории фагоцитарного иммунитета И.П. Менчикова. Б.М. Козопольский, характеризуя роль фитонцидов в защите растений от возбудителей болезней, отмечает: «Летучие фракции фитонцидов – это первая линия обороны, соки (нелетучие или малолетучие фракции) – вторая линия обороны». В лечебных целях очень важно, что фитонцидная активность комнатных растений проявляется в зимне-весенний период, т.к. именно в это время возрастает число острых респираторных заболеваний. Процесс выделения фитонцидов зависит и от температуры

воздуха. Так, повышение температуры окружающего воздуха до 20 – 25⁰С способствует возрастанию концентрации этих соединений в 1,8 раза. Понижение температуры воздуха отрицательно сказывается на выделении растениями летучих веществ (Блинкин, Рудницкая, 1981).

Высокой фитонцидной активностью обладают около 85 процентов высших растений. В частности весьма активные фитонциды обнаружены в чесноке, луке, лимоне, чёрной смородине, боярышнике, в белокочанной капусте, берёзе, дубе, хрене, крапиве, сосне, бруснике, черёмухе (Гольшенков, 1990).

Глава II

Определение микробиологического загрязнения воздуха

Исследование №1

Определение микробиологического загрязнения воздуха города Пушкино

Методика проведения исследований

Объект исследования: воздух антропогенной среды город Пушкино

Предмет исследования: микробиологическое загрязнение воздуха.

Время исследования: 1 – 7 октября 2020 года

Оборудование: чашки Петри с МПА, термостат, автоклав.

Для определения общей обсемененности воздуха используют основные способы отбора проб:

– Аспирационный (с помощью аппарата Кротова) позволяет определять не только качественное, но и количественное содержание бактерий. Для определения общего содержания бактерий необходимо пропустить через аппарат 100 л воздуха со скоростью 25 л/мин.

– Седиментационный, основанный на механическом оседании организмов. Дает достаточно достоверные результаты без использования сложной аппаратуры. Может быть использован в любых условиях.

Общую бактериальную загрязненность воздуха (количество непатогенных микроорганизмов в 1 куб. м воздуха) производят на чашках Петри с мясопептонным агаром. Чашки с питательными средами в открытом виде устанавливают в горизонтальном положении и экспонируют 5-10 мин. После инкубации в термостате при 37⁰ С в течение 16-18 часов производят подсчет и идентификацию выросших колоний (Методическое пособие по учету, отчетности и организации СанЭпидСтанции).

В работе использован седиментационный метод. Отбор проб осуществлен на чашки Петри с твердой питательной средой, которая создает оптимальные условия для роста и развития колоний микроорганизмов.

I Приготовление питательных сред

Для отбора проб микроорганизмов существует множество разновидностей питательных сред: мясо-пептонный бульон (МПБ), мясо-пептонный агар (МПА), среда Лурия-Бертани (среда ЛБ), желточно-солевой агар и другие.

При проведении исследований использована среда, приготовленная из питательного сухого агара.

Приготовление среды: 25 г порошка размешать в 1 л дистиллированной воды, довести до кипения, кипятить до полного расплавления агара (2-3 мин), фильтровать через ватный тампон. После разлива автоклавировать в течение 20 мин при давлении 1 атм. (121⁰ С). Перед розливом в чашки Петри среду охладить до 50⁰ С, после чего подсушить в термостате.

II Отбор проб и анализ

1 день: открытые чашки Петри с питательной средой устанавливают горизонтально для механического оседания микроорганизмов на поверхность

агара (фото 1). Чашки экспонируют 5-10 минут, затем закрывают и помещают в термостат при температуре 37° С на 24 часа (фото 2).

2 день: осмотр чашек, подсчет количества КОЕ (колониеобразующих единиц), определение морфологии колоний (фото 3,4)



Фото 1. Экспонирование чашки Петри в автобусе



Фото 2. Чашки Петри в термостате



Фото 3. Подсчёт количества КОЕ в чашках Петри



Фото 4. КОЕ в чашке Петри, экспонированной в школьной столовой

По В.Л. Омелянскому на 100 см³ поверхности агара в течение 5-10 минут оседает такое количество бактерий, которое содержится в 10 л воздуха. Зная площадь чашки Петри (78,5 см²) и количество выросших колоний можно определить, какое количество микробов выросло бы на данной экспозиции на 100 см² среды:

$$x = \frac{\text{кол-во колоний} \times 100}{78,5},$$

где x – количество микробов на 100 см² питательной среды.

Также можно рассчитать количество микроорганизмов в 1 м³ (1000 л) воздуха:

$$y = \frac{x \times 1000}{10},$$

где y – количество микробов в 1 м³ воздуха (Методическое пособие по учету, отчетности и организации СанЭпидСтанции).

Отбор проб проводился в наиболее часто посещаемых человеком помещениях:

- 1) столовая МБОУ «Пушино» - в конце большой перемены (11.30ч–11.40ч) после посещения столовой основной массой учеников;
- 2) подготовительная группа детского сада «Сказка» – после активных игр детей в группе в первой половине дня (10.00ч – 10.10ч);
- 3) автобус - в конце учебного дня (5 рейс, 15.10ч –15.20ч);
- 4) управление Пенсионного Фонда Российской – в кабинете клиентской службы во время наибольшего потока посетителей (11.50ч – 12.00ч);
- 5) магазин смешанных товаров «Весна» - в конце рабочего дня, во время наибольшего потока покупателей (17.30ч –17.40ч);
- 6) кухня жилой квартиры – во время наибольшей активности семьи (19.00ч –19.10ч);
- 7) детская комната жилой квартиры – во время наибольшей активности семьи (19.00ч –19.10ч);
- 8) кабинет биологии МБОУ «Пушино» - во время 4-го урока, сразу после большой перемены (11.50ч –12.00ч);
- 9) первый этаж МБОУ «Пушино» - в конце большой перемены, во время наибольшего скопления учеников в фойе (11.40ч –11.50ч).

III Методика измерения результатов

На каждом из выбранных участков измерение загрязнения проводилось трижды, число вариантов (n) = 3. Для определения достоверности результатов использовалась методика, предложенная в методических

рекомендациях по проведению школьного экологического практикума (Бахматова, Нехорошкова, Лавринова, 1995).

Рассмотрим обработку результатов 3 измерений на примере одного участка – столовой МБОУ «Пушино» ($V_1=226$; $V_2=231$; $V_3=233$).

1. Найдем среднее арифметическое 3 измерений на примере измерений микробиологического загрязнения воздуха по формуле:

$$M = \frac{\sum V}{n}$$

(где \sum - знак суммы, а n- число вариант),

$$M = \frac{\sum(226 + 231 + 233)}{3} = 230 \text{ КОЕ}$$

2. Найдем отклонение каждого варианта от среднеарифметического ($\Delta = V - M$):

$$\Delta_1 = 226 - 230 = -4$$

$$\Delta_2 = 231 - 230 = 1$$

$$\Delta_3 = 233 - 230 = 3$$

3. Найдем среднюю ошибку среднего арифметического по формуле:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n(n-1)}}$$

(где \sum – знак суммы; Δ^2 – каждое отклонение, возведенное в квадрат; n – число вариант)

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum((-4)^2 + 1^2 + 3^2)}{3(3-1)}} = \pm \sqrt{\frac{26}{6}} = \pm 2,0817$$

Для столовой МБОУ «Пушино» данные воздуха можно считать достоверными, так как $3 \cdot 2,0817 < 230$ (полученные данные считаются достоверными, если $3m \leq M$).

По предложенным формулам определялось среднее арифметическое и его ошибка для каждого опыта.

Данные, полученные в ходе исследования, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Загрязнение воздуха антропогенной среды микроорганизмами

Место	Среднее количество КОЕ в чашке Петри	Средняя загрязненность на 1 м ³ , кол-во микроорганизмов
Столовая МБОУ «Пушино»	230±2,08	29299,36305±265,18009
Группа детского сада «Сказка»	32±1,53	4076,433117±194,5892
Автобус	368±2,65	46878,98089±337,03838
Управление Пенсионного Фонда	70±2,08	8917,197447±259,51538
Магазин «Весна»	35±1,15	4458,59872±147,0956
Кухня квартиры	80±1,53	7643,312097±194,5892
Комната квартиры	27±2,08	3439,490443±265,18038
Кабинет биологии МБОУ «Пушино»	22±1,53	2802,547767±194,5892
1-й этаж МБОУ «Пушино»	63±1,73	8025,477703±22,64341

Выводы:

1. Наименьшее микробиологическое загрязнение воздуха наблюдается в кабинете биологии (№28) после большой перемены (22 КОЕ).
2. Наибольшее количество микроорганизмов в воздухе обнаружено в автобусе (368 КОЕ) после 7 уроков (15.00) и в школьной столовой (230 КОЕ) в конце большой перемены.

Глава III

Очистка воздуха от микробиологического загрязнения

Способы очистки воздуха от микробиологического загрязнения

По результатам изучения литературы определены наиболее эффективные методы очистки воздуха от микробиологического загрязнения, возможные для использования в наших условиях.

К физическим методам относится уборка и проветривание помещения, а к биологическим – воздействие на микроорганизмы фитонцидов.

Для изучения эффективности предложенных способов выбрана детская комната квартиры с центральным отоплением в деревянном доме в селе Верхняя Тойма.

Методика постановки опытов

Объект исследования: воздух квартиры.

Предмет исследования: микробиологическое загрязнение воздуха.

Этапы работы:

1. экспонирование чашек Петри в течение 10 мин до проведения очистки воздуха;
2. проведение очистки воздуха в комнате с использованием выбранных методов;
3. экспонирование чашек Петри в течение 10 мин после очистки воздуха.

Для каждого из опытов, проведенных в 3 повторностях, подсчитан средний результат. При проведении очистки воздуха от микроорганизмов чередовались физические и биологические способы очистки. Опыты пронумерованы в календарном порядке.

Исследование № 2

Очистка воздуха от микробиологического загрязнения с помощью физических (механических) способов

Опыт №1

Очистка воздуха от микробиологического загрязнения методом уборки помещения

Время проведения: 10 – 17 октября 2020г.

В комнате на высоте 1,5 м от пола были выставлены чашки Петри на 10 мин для оседания микроорганизмов (с 12.00 до 12.10ч). После экспонирования чашек Петри проводилась уборка в комнате с

использованием пылесоса марки LG 2006 года выпуска с сухим типом уборки, а затем – влажная уборка без применения моющих средств. Через 30 минут (14.30 – 14.40ч) после окончания уборки чашки выставлялись для повторного оседания микроорганизмов. Результаты опыта представлены в таблице 3.

Опыт №3

Очистка воздуха от микробиологического загрязнения методом сквозного проветривания

Время проведения: 31 октября – 6 ноября 2020г.

После экспонирования чашек Петри (16.25-16.35ч) воздух очищался с помощью сквозного проветривания комнаты в течение 30 минут. Рядом с домом не находится предприятий и оживленных дорог, к северо-западу от дома в 100 м находится котельная. После проветривания чашки были выставлены повторно (17.05 – 17.15ч). Результаты опыта представлены в таблице 3.

Опыт №5

Очистка воздуха от микробиологического загрязнения методом влажной уборки помещения

Время проведения: 20 – 26 ноября 2020г.

Проводилось экспонирование чашек Петри (10.00 – 10.10ч), затем в комнате проводилась влажная уборка без использования пылесоса и моющих средств. Через 30 мин после окончания уборки чашки были выставлены повторно(12.30 – 12.40ч). Результаты опыта представлены в таблице 3.

Исследование №3

Очистка воздуха от микробиологического загрязнения с применением биологических методов

Опыт №2

**Очистка воздуха от микробиологического загрязнения
с помощью воздействия фитонцидов плодов лимона (*Citrus limon*)**

Время проведения: 20 – 26 октября 2020г.

Вечером (19.15–19.25ч) в комнате выставлялись чашки Петри для оседания на них микроорганизмов (фото 5). По периметру комнаты на ночь были расставлены чашки с нарезанными неочищенными дольками лимона (фото 6). Утром (07.30 – 07.40ч) производилось повторное экспонирование чашек Петри. Результаты опыта представлены в таблице 3.



Фото 5. КОЕ в чашке Петри перед
очисткой воздуха фитонцидами
лимона



Фото 6. Чашки с нарезанным
лимоном в комнате

Опыт №4

**Очистка воздуха от микробиологического загрязнения
с помощью воздействия фитонцидов чеснока (*Allium sativum* L.)**

Время проведения: 10 – 16 ноября 2020г.

Вечером (20.50 – 21.00ч) производилось экспонирование чашек Петри, затем для очистки воздуха по периметру были поставлены чашки с кашицей из чеснока (фото 7). Утром чашки Петри были выставлены

повторно (07.40 – 07.50ч) (фото 8). Результаты опыта представлены в таблице 3.



Фото 7. Чашки с кашицей
из чеснока в комнате



Фото 8. КОЕ в чашке Петри после
очистки воздуха фитонцидами
чеснока

Опыт №6

Очистка воздуха от микробиологического загрязнения с помощью воздействия фитонцидов можжевельника обыкновенного

Время проведения: 1 – 7 декабря 2020г.

После экспонирования чашек Петри (19.20 – 19.30ч) в комнату на сутки были поставлены ветви можжевельника (букет в центре комнаты) для изучения его фитонцидной активности (фото 9). Через 24 часа чашки были выставлены для оседания микроорганизмов повторно (20.00 – 20.10ч). Результаты опыта представлены в таблице 3.

Опыт №7

Очистка воздуха от микробиологического загрязнения с помощью воздействия фитонцидов ели обыкновенной (*Picea abies* L.)

Время проведения: 1 – 1 декабря 2020 г.

Вечером (20.10 – 20.20ч) выставлялись чашки Петри для оседания микроорганизмов, затем в течение суток воздух очищался фитонцидами ели,

ветви которой в букете были поставлены в комнате (фото 10). После этого чашки Петри экспонировали повторно (20.00 – 20.10ч). Результаты опыта представлены в таблице 3.



Фото 9. Букет можжевельника в
комнате



Фото 10. Букет еловых ветвей в
комнате

Опыт №8

**Очистка воздуха от микробиологического загрязнения
с помощью воздействия фитонцидов
хлорофитума пучковатого (*Chlorophytum comosum* L.)**

Растение было внесено в комнату и поставлено в центре после экспонирования чашек Петри (19.40 – 19.50ч) и оставлено на сутки, после чего произвели повторное оседание микроорганизмов на поверхность МПА в чашках (19.30 – 19.40ч). Результаты опыта представлены в таблице 3.

Таблица 3

Итоговая таблица результатов опытов

№ опыта	Период измерения	Среднее количество колоний	Изменение показателя	Среднее количество микроорганизмов в 1 м ³	Изменение показателя
1	До уборки	7±1,5275	+67	891,71974±194,5892	+8535,0319
	После уборки	74±0,5774		9426,7516±73,5478	
2	До воздействия фитонцидов лимона	110±3,7859	-85	14012,7388±482,2849	-10828,0255
	После	25±1,5275		3184,7133±94,5753	
3	До сквозного проветривания	1±0,5774	+10	127,38853±73,5478	+1273,8853
	После	11±0,5774		1401,2738±73,5478	
4	До воздействия фитонцидов чеснока	12±1	-2	1528,6624±127,3885	-254,7771
	После	10±0,5774		1273,8853±73,5567	
5	До влажной уборки	13±1,5275	-8	1656,0509±194,5892	-1019,1083
	После	5±0,5774		636,94267±73,5478	
6	До воздействия фитонцидов можжевельника	8±0,5774	+119	1019,1082±73,5478	+15159,235
	После	127±1,5275		16178,343±194,5893	
7	До воздействия фитонцидов ели	45±1,732	-43	5732,484±220,6434	-5477,707
	После	2±0,5774		254,77707±73,5478	
8	До воздействия фитонцидов хлорофитума	40±1	-38	5095,5414±127,3885	-4840,7644
	После	2±,5774		254,77707±73,5792	

Для всех растений, используемых в исследовании, определена их фитонцидная активность (таблица 4). Для оценки фитонцидной активности растений рассчитывается относительное снижение числа микроорганизмов в воздухе по сравнению с контрольным опытом. По формуле, предложенной Антадзе (Антадзе, 1960),

$$A = \frac{K - O}{K} \times 100\%,$$

где К – число микроорганизмов в контроле, О – число микроорганизмов в опыте.

Таблица 4

Фитонцидная активность растений, использованных в исследовании

Растение	Фитонцидная активность, %
Плоды лимона	77,273
Мякоть чеснока	16,667
Ветви можжевельника	0
Ветви ели	95,556
Хлорофитум	95

Выводы для исследований № 2,3:

1. При очистке помещений от микробиологического загрязнения можно использовать физические и биологические способы очистки.

2. При уборке с использованием пылесосов с сухим типом уборки микробиологическое загрязнение в комнате может заметно возрасти, так как вместе с пылью, поднимаемой в воздух, переносятся и микроорганизмы.

3. При сквозном проветривании воздух быстрее перемещается в комнате, частицы пыли и микроорганизмы не успевают оседать, поэтому загрязнение может увеличиваться.

4. Наиболее эффективно очищают воздух фитонциды ели (*Picea abies* L.), хлорофитума пучковатого (*Chlorophytum comosum* L.) и плодов лимона (приложение 2, диаграмма 2).

5. Наименьшую фитонцидную активность в проведенных исследованиях показал можжевельник (*Juniperus communis* L.). Это можно объяснить тем, что можжевельник может даже стимулировать рост микробов, не оказывая антимикробного воздействия. (Блинкин, Рудницкая, 1981)

Заключение

Обсуждение результатов, выводы и рекомендации

В ходе данной работы было проведено исследование микробиологического загрязнения воздуха антропогенной среды села Верхняя Тойма, изучен уровень загрязненности на разных участках (приложение 2, диаграмма 1), а также определена эффективность различных способов очистки воздуха. Для оценки микробиологического загрязнения воздуха взяты показатели (таблица 5), предложенные А.И. Шафиром и приведенные в книге Лабинской А.С. (Лабинская, 1978).

Таблица 5

Критерии санитарно-гигиенической оценки воздуха в помещении

(число микроорганизмов в 1 м³ воздуха)

Оценка воздуха	Летний период	Зимний период
Чистый	1500	4500
Грязный	> 2500	> 7500

Уровень микробиологического загрязнения для каждого из выбранных для исследования участков был сравнен с критериями санитарно-гигиенической оценки воздуха в помещениях (таблица 6).

Таблица 6

Определение загрязненности воздуха на каждом из выбранных участков

Участок	Среднее количество микроорганизмов в 1 м ³ воздуха	Допустимое количество микроорганизмов в зимний период	Заключение о чистоте воздуха на участке
№1. Школьная столовая	29299,36	< 7500	Грязный
№2. Группа детского сада «Сказка»	4076,43	< 7500	Чистый
№3. Автобус	46878,98	< 7500	Грязный
№4. Управление ПФ	8917,2	< 7500	Грязный
№5. Магазин «Весна»	4458,6	< 7500	Чистый
№6. Кухня квартиры	7643,31	< 7500	Грязный
№7. Комната квартиры	3439,49	< 7500	Чистый
№8. Кабинет биологии	2802,55	< 7500	Чистый
№9. 1-й этаж школы	8025,48	< 7500	Грязный

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. В соответствии с критериями определения чистоты воздуха в зимний период чистым можно считать воздух в группе детского сада «Сказка», магазине «Весна», комнате жилой квартиры и кабинете биологии МБОУ «Пушино». Количество микроорганизмов не превышает предельно допустимые нормы (таблица 5).

2. Воздух в столовой и 1 этаж МБОУ «Пушино», автобусе, кабинете клиентской службы ПФ РФ, кухне жилой квартиры можно считать грязным. Количество микроорганизмов в 1 м³ воздуха превышает ПДН для зимнего периода.

3. Наиболее загрязнен микроорганизмами воздух в столовой МБОУ «Пушино» в конце большой перемены и в автобусе после 7 урока.

4. Из числа выбранных мест для отбора проб самым чистым оказался воздух в кабинете биологии МБОУ «Пушино», в котором в большом количестве выращиваются комнатные растения, в том числе и обладающий фитонцидным воздействием хлорофитум пучковатый (*Chlorophytum comosum* L.).

5. Для очистки воздуха от микробиологического загрязнения можно использовать как физические (механические), так и биологические методы.

6. Наиболее эффективно среди физических способов воздух очищает влажная уборка без использования пылесоса.

7. При использовании пылесоса с сухим фильтром, а также при проветривании помещения микробиологическое загрязнение воздуха может увеличиваться.

8. Многие растения выделяют фитонциды, оказывающие бактерицидное и бактериостатическое воздействие.

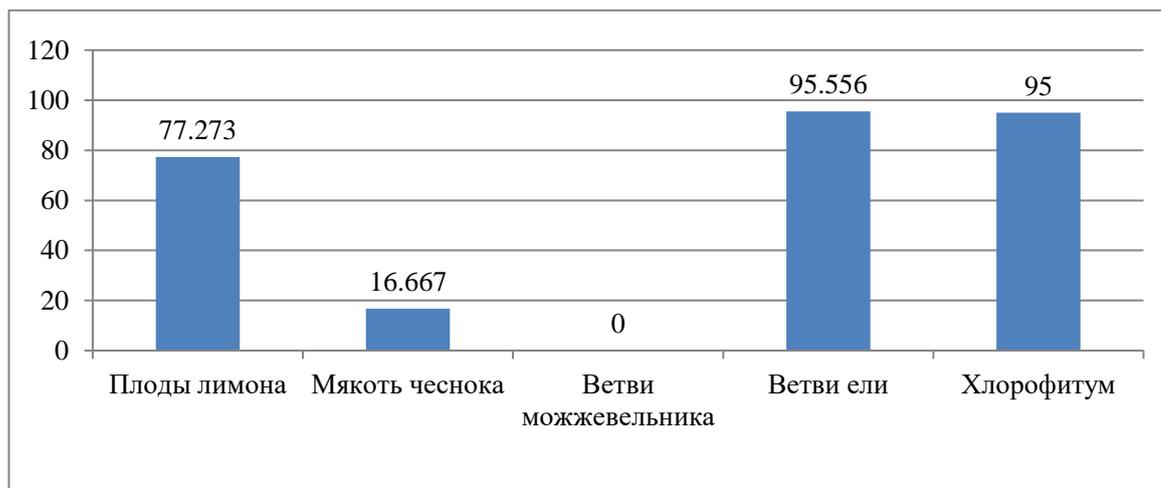
9. Наибольшим фитонцидным воздействием обладают ель (*Picea abies* L.) и хлорофитум пучковатый (*Chlorophytum comosum* L.) (диаграмма 3).

10. Среди исследованных растений наименьшая фитонцидная активность наблюдается у можжевельника (*Juniperus communis* L.).

11. Наиболее эффективными в очистке воздуха от микробиологического загрязнения оказались биологические методы.

Диаграмма 3

Фитонцидная активность используемых в исследованиях растений, %



Рекомендации:

1. Для очистки воздуха от микробиологического загрязнения можно применять физические (механические) и биологические способы.

2. Для очистки и обеззараживания воздуха в помещениях можно использовать ветви ели (*Picea abies* L.) и растения хлорофитума пучковатого (*Chlorophytum comosum* L.), так как они обладают наибольшей фитонцидной активностью.

3. При уборке дома ковры следует очищать от пыли путём выбивания их на улице или с использованием пылесосов с аквафильтрами, которые способны задерживать 60 – 99% пылевых частиц.

Выдвинутая гипотеза подтвердилась. Наибольшее микробиологическое загрязнение воздуха наблюдается в столовой МБОУ «Пушино» и автобусе после уроков, где наблюдается наибольшее скопление людей.

Список использованной литературы

1. Антадзе Л.В. Фитонциды в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности. – Киев: 1960.
2. Баталов А.Е., Морозова Л.В. Экология Архангельской области. Учебное пособие для учащихся 9 – 11 классов общеобразовательной школы. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 152с.
3. Бахматова М.П., Нехорошкова С.И., Лавринова А.П. Школьный экологический практикум. Часть I. – Архангельск: Солти, 1995. – 26с.
4. Библиотека по биологии / Микробиология. Глава 2. Влияние внешней среды на развитие и жизнедеятельность микроорганизмов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://biologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st023.shtml> — 07.12.2014
5. Блинкин С.А., Рудницкая Т.В. Фитонциды вокруг нас. – М.: Знание, 1981. – 144 с.
6. Воробьев А.А., Быков А.С. Атлас по медицинской микробиологии, вирусологии и иммунологии: Учебное пособие для студентов медицинских вузов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 236 с.: ил.
7. Голышенков П.П., Голышенков С.П.. Краткий очерк изучения и применения лекарственных растений. – Саранск: Издательство Саратовского университета, Саранский филиал, 1990. – 42с.
8. Лабинская А.С. Микробиология с техникой микробиологического исследования. – М.: «Медицина», 1978. – 394 с.: ил.
9. Методическое пособие по учету, отчетности и организации СанЭпидСтанции. – Архангельск, Ротапринт, 1974. – 81с.
10. Павлович С.А., Пяткин К.Д. Медицинская микробиология. - Минск: Высшая школа, 1993.
11. Фомин Г.С, Фомина О.Н. Качество воздуха внутри помещений. / «Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам». Глава 17.

[Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.ecospace.ru/ecology/science/air/> — 01.02.12

12. Шапиро Я.С. Микробиология: 10 – 11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: Вентана-Граф, 2008. – 272 с.: ил.

13. Энциклопедия экономиста / Медицина. Микробиология. Внешняя среда микроорганизмов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.grandars.ru/college/medicina/sreda-mikroorganizmov.html> — 07.12.2014

Приложение 1

Таблица 1

**Количество учащихся МБОУ «Пушино»,
болевших инфекциями, передающимися воздушно-капельным путем**

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Всего
ОРЗ										
2016	13	47	77	62	37	-	114	35	59	444
2017	54	69	112	131	27	42	44	35	115	629
2018	20	67	63	58	58	49	59	25	52	451
2019	35	79	90	44	65	30	33	40	61	472
2020	34	50	63	124	45	84	50	23	72	545
Ангина										
2016	4	5	6	9	8	-	9	9	7	57
2017	7	5	8	17	6	9	10	4	6	72
2018	5	11	6	9	6	10	16	8	9	80
2019	4	4	-	6	12	6	20	9	9	70
2020	12	8	6	13	7	10	11	7	18	92
Бронхит										

2016	2	1	2	6	3	-	7	1	8	30
2017	2	2	1	4	4	2	4	7	18	44
2018	2	6	7	3	2	3	13	3	11	50
2019	17	11	25	7	14	1	7	8	7	97
2020	9	18	9	10	5	5	3	1	8	68
ЛОР – заболевания										
2016	2	2	5	1	-	-	1	-	2	13
2017	3	4	7	4	4	-	1	-	-	23
2018	-	-	2	13	8	1	2	2	5	33
2019	4	2	6	4	3	6	2	3	3	33
2020	2	5	4	9	3	2	2	3	10	40

Приложение 2

Определение микробиологического загрязнения воздуха

Диаграмма 1

Количество КОЕ в 1 м³ воздуха в комнате при использовании разных методов очистки воздуха

