

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа № 79  
Калининского района

**Исследование загрязнения воздуха в микрорайоне школы № 79  
в зимнее время по пробам снега.**

Авторы:

**Алхаева Аминат Абубакаровна,  
Попов Станислав Геннадьевич,  
8 класс**

Руководитель:

Коростелёва Юлия Викторовна  
учитель биологии высшей категории,  
педагог ОДОД

Санкт – Петербург  
2020

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Введение	3
1. Снег как индикатор загрязнения атмосферного воздуха в зимнее время	4
2. Основные принципы биотестирования	5
3. Сущность метода	7
4. Результаты и обсуждение	10
Выводы	14
Литература	15
Приложения	16

## **ВВЕДЕНИЕ**

Антропогенными источниками загрязнения воздушной среды в нашем городе являются транспорт и промышленные предприятия. Вредные вещества, выбрасываемые промышленными предприятиями в атмосферу, а также продукты неполного сгорания автомобильного топлива, могут накапливаться в снеге и с талыми водами поступать в открытые и подземные водоёмы, загрязняя их. Это может привести к изменению состава воды и почвы.

Снег можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды. Исследуя пробы снега, собранного в разных участках города, можно получить достаточно полное представление о степени и характере загрязнения окружающей среды на этих участках.

**Цель нашей работы:** изучить загрязнение атмосферного воздуха в различных частях микрорайона школы № 79 по пробам снега методом биотестирования.

**Задачи:**

1. Определить органолептические показатели талой воды в пробах, отобранных на различных участках микрорайона.
2. Сравнить содержание и состав твёрдых загрязнителей в пробах снега с различных участков.
3. Определить pH и содержание хлорид-ионов в пробах талой воды.
4. Исследовать влияние степени загрязнения талой воды на прорастание семян и развитие проростков горчицы белой.
5. Оценить степень загрязнения атмосферного воздуха в точках отбора проб.
6. Предложить меры по улучшению экологической ситуации микрорайона школы.

## **1. СНЕГ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕОНГО ВОЗДУХА В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ.**

Снег является хорошим показателем чистоты атмосферного воздуха в зимний период. Выпавший на земную поверхность снег формирует снежный покров - уникальный слой, способный качественно и количественно характеризовать содержание загрязнителей в атмосферных осадках, накапливающихся в толще снега в течение зимнего периода. Благодаря высокой адсорбирующей способности, снег накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим снег можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды. В снежном покрове могут накапливаться различные вредные вещества, которые с талыми водами поступают в открытые и подземные водоёмы, почву, загрязняя их. Активное воздействие атмосферы на наземные экосистемы и гидросферу проявляется через атмосферные осадки в виде дождя и снега. Поверхностные и подземные воды суши имеют главным образом атмосферное питание и их химический состав в значительной степени зависит от состояния атмосферы.

В зависимости от источника загрязнения изменяется состав снегового покрова. Так, вблизи котельных, железнодорожных сетей, обслуживаемых тепловозами на мазутном топливе, большого потока автотранспорта, работающего на дизельном серосодержащем топливе, следует ожидать повышенное содержание соединений серы. В непромышленных районах основным источником загрязнения атмосферы не зависимо от времени года является автотранспорт. Количество автомашин непрерывно растёт, а вместе с этим растёт валовой выброс вредных продуктов в атмосферу. Все эти примеси сохраняются в толще снега в течение холодного времени. На дорогах применяют различные противогололёдные смеси. В их состав входят: хлориды калия и натрия. Исследования снега могут включать оценку запылённости воздуха, загрязнения тяжёлыми металлами, нитратами, сульфатами, хлоридами, органическими веществами.

В незагрязнённом состоянии pH снеговой воды изменяется от 5,5 до 5,8. Вблизи металлургических заводов, около ТЭЦ, котельных pH, как правило, имеет более высокие значения (слабощелочная или щелочная среда), что связано с выпадением зольных частиц, содержащих гидрокарбонаты калия, кальция, магния. Вблизи автомобильных трасс, а также в местах выбросов промпредприятиями продуктов сгорания с преобладанием оксидов серы, азота, углерода pH снегового покрова уменьшается, что свидетельствует о «подкислении» осадков [1].

С наступлением тёплого периода, температура воздуха повышается, вода из твёрдого состояния переходит в жидкое. Часть токсичных веществ растворяется в воде и они становятся менее ядовитыми, а те примеси, которые не взаимодействуют с водой оседают на поверхности почвы. Сюда же можно отнести и резиновую пыль от автомобильных шин, которая не реагирует с водой, но является источником соединений серы. С потоками воды данные вещества частично поступают в верхние слои почвы, а часть вымывается стоками и попадает в водоёмы и грунтовые воды. Таким образом, происходит загрязнение почвы тяжёлыми металлами и другими вредными выбросами от автомобилей. Из почвы по корневым системам загрязняющие вещества попадают в надземные части растений (частично накапливаются в тканях растений и грибов), которые употребляют в пищу травоядные животные. Хищники питаются травоядными организмами, тем самым получая свою долю токсичных веществ по пищевой цепи. Так как соли тяжёлых металлов обычно накапливаются в организме, это может привести к постепенному отравлению и даже к летальному исходу живого организма, в том числе и человека. Одним из источников загрязнения водоёмов являются паводковые воды. При таянии снега, все примеси и токсичные вещества, находящиеся в толще снежной массы, вместе с потоками воды смываются в низины, овраги или водоёмы. Нерастворимые в воде частицы попадают в водоём и чаще всего оседают на дно. Если данные примеси неорганические (песок, глина), то они способствуют заилиению водоёма и постепенному его застанию. Так как такие примеси чаще всего оседают на дно по краям, постепенно уменьшая площадь стока воды и образуя субстрат для заселения его живыми организмами. Примеси органического происхождения вызывают цветение воды, увеличивают окислительные процессы, тем самым уменьшая количество кислорода в воде. Это плохо отражается на водных обитателях. Загрязнение воды тяжёлыми металлами так же приводит к негативным последствиям. По цепям питания ядовитые вещества могут, в конечном итоге, попасть в организм человека [2].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что изучение снежного покрова может дать точную оценку экологического состояния данной территории и сделать прогноз о возможном загрязнении окружающей среды токсичными веществами.

## **2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ.**

Биотестирование - метод анализа, заключающийся в определении действия токсикантов на специально выбранные организмы в стандартных условиях с регистрацией различных поведенческих, физиологических или биохимических показателей.

Биотестирование широко применяется для контроля качества природных и токсичности сточных вод, при проведении экологической экспертизы новых технологий очистки стоков, при обосновании нормативов ПДК загрязнителей.

Применение биотестирования имеет ряд преимуществ перед физико-химическим анализом, средствами которого часто не удается обнаружить неустойчивые соединения или количественно определить ультрамалые концентрации экотоксикантов. Довольно часто случаи, когда выполненный современными средствами химический анализ не показывает наличия токсикантов, тогда как использование биологических тест-объектов свидетельствует об их присутствии в исследуемой среде.

Требования к методам биотестирования:

- применимость для оценки любых экологических изменений среды обитания живых организмов;
- чувствительность для определения начальных экологических изменений в среде обитания;
- удобство и простота применения;
- доступность тест-объектов.

Благодаря большим успехам науки, с использованием в качестве тестов микроорганизмов и клеток млекопитающих, растительные объекты стали применяться реже, чем раньше. Однако, некоторые растения, например конские бобы, лук, традесканция, кукуруза, ячмень, соя могут обладать существенными преимуществами по сравнению с другими тест-системами. Возможным недостатком является существенное различие метаболизма растений и млекопитающих.

Кроме выбора биотеста существенную роль играет выбор тест-реакции – того параметра организма, который измеряется при тестировании.

Наиболее информативными являются параметры, характеризующие общее состояние системы. Для отдельных организмов к таким параметрам обычно относят характеристики выживаемости, роста, плодовитости, остальные характеристики относят к частным (морфологические, физиологические и др.)

Биотестирование можно применять для мониторинга районов с интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства, а также с интенсивными потоками автотранспорта, которые являются основными загрязнителями в мегаполисах.

Биотестирование позволяет провести беглое обследование больших пространств, для выявления экологических нарушений, но при этом использовать самые простые и эффективные методы [3].

### 3. СУЩНОСТЬ МЕТОДА.

Отбор проб производился 9 и 12 февраля 2019 г. в 6 точках (рис. 1), расположенных в микрорайоне школы на различном расстоянии от автомагистралей.

Согласно исследованиям учащихся нашей школы (2008-2018 г), наиболее загрязнён воздух на Светлановском пр. и пр. Просвещения (высокая интенсивность движения автотранспорта), на ул. Брянцева и Учительской ул. - загрязнение меньше (средняя интенсивность движения). Самым чистым можно считать воздух внутриквартальной территории микрорайона школы в связи с удалённостью от автомагистралей и наличием большого количества зелёных насаждений.

Контрольная проба снега (в точке 7) была отобрана в Муринском парке, где воздух можно считать более чистым.

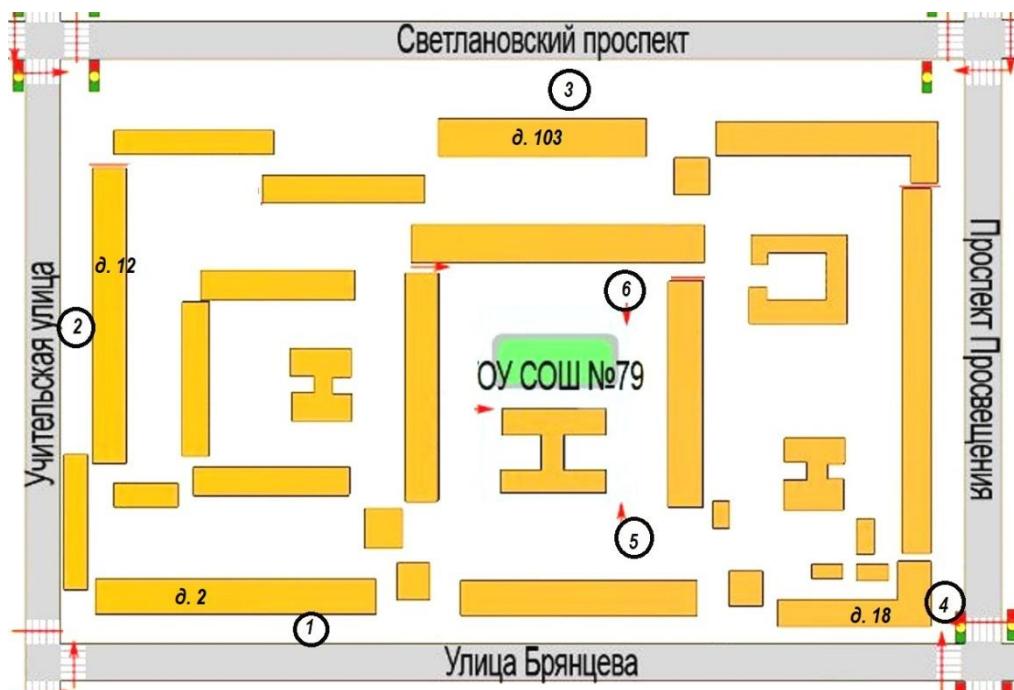


Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб снега на плане микрорайона школы № 79.

В каждой точке было отобрано по 3 л снега. Принесли снег в помещение, на всех пробах сделали этикетки. После того как содержимое в ёмкостях растаяло (объём талой воды составил примерно 1,5 л) и приобрело комнатную температуру, мы проводили исследования.

Предварительная оценка загрязнённости талой воды в пробах проводилась по органолептическим показателям (табл. 1-4) по методике [4].

*Таблица 1. Характеристика запаха.*

Естественного происхождения	Искусственного происхождения
Землистый	Нефтепродуктов
Гнилостный	Бензиновый
Плесневый	Хлорный
Торфяной	Уксусный
Травяной	Фенольный

*Таблица 2. Характер и интенсивность запаха.*

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха в баллах
нет	Не ощущается	0
Очень слабая	Обнаруживается только опытным исследователем	1
Слабая	Слабый, обнаруживается потребителем только в том случае, если указать на него	2
Заметная	Заметный, обнаруживается потребителем и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчётливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

*Таблица 3. Мутность воды.*

Характеристика мутности	Баллы
Мутность не заметна (отсутствует)	1
Слабо опалесцирующая	2
Опалесцирующая	3
Слабо- мутная	4
Мутная	5
Очень мутная	6

Таблица 4. Характеристика цвета воды.

Оттенки жёлтого цвета	Оттенки коричневого цвета
Слабо -Желтоватая	Коричневая
СВетло - Желтоватая	Красно -Коричневая
Жёлтая	Другие
Интенсивно-Жёлтая	

Затем мы определили содержание взвешенных частиц в пробах. Для этого мы взяли из каждой пробы одинаковый объём снеговой воды – 1 литр, профильтровали через предварительно взвешенный бумажный фильтр. Фильтры высушили при комнатной температуре в течение суток и взвесили.

Содержание взвешенных частиц (в мг/л) в испытуемой воде рассчитывали по формуле1:

$$H = (M_1 - M_2) \times 1000 / V \quad (1)$$

где  $M_1$  - масса бумажного фильтра с осадком взвешенных частиц (г),  $M_2$  - масса бумажного фильтра (г),  $V$  - объём воды для анализа, в литрах. **ПДК = 10мг/л.** [5]

Для определения реакции водной среды талого снега полоску универсального индикатора необходимо смочить в пробе и сравнить цвет со шкалой pH. Снег может иметь как кислую, так и щелочную реакцию, в зависимости от преобладания тех или иных загрязняющих веществ. Если в снег попадают основания различных кислот, он приобретает кислотную реакцию. Присутствие соединений металлов, ароматических углеводородов подщелачивает снег.

Для определения ионов хлора  $Cl^-$  (качественное) к 5 мл талого снега добавить 3 капли 10% раствора нитрата серебра  $AgNO_3$ , подкисленного азотной кислотой  $HNO_3$ .



слабая муть – 1-10 мг/л, сильная муть – 10-50 мг/л, хлопья – 50-100 мг/л, белый творожистый осадок > 100 мг/л. Помутнение раствора наблюдается, если концентрация хлорид – ионов более 10мг/л, опалесценция – более 1мг/л [6].

В качестве тест-объекта мы выбрали горчицу белую, семена которой имеют почти 100% -ную всхожесть и удобный для наблюдения размер.

Исследуемую воду мы поместили в пластиковые контейнеры с таким расчётом, чтобы закрыть дно слоем 3-5 мм. Затем покрыли воду бумажной салфеткой в два слоя. На поверхность салфетки поместили по 30 штук семян горчицы белой. В контрольной пробе использовали отстоявшуюся водопроводную воду.

Ёмкости с семенами содержались при комнатной температуре. Через 2 дня мы

подсчитали количество проростков в контрольном и опытных контейнерах и вычислили процент всхожести семян.

Для получения более достоверных результатов мы продолжили опыт еще на 5 дней при тех же условиях и измеряли длину проростков в опытном и контрольном вариантах [7].

В зависимости от результатов опыта присваивают один из 4-х уровней загрязнения.

1. *Загрязнение отсутствует.* Всхожесть семян достигает 90-100%, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым следует сравнивать опытные образцы.

2. *Слабое загрязнение.* Всхожесть 60-90%. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

3. *Среднее загрязнение.* Всхожесть 20-60%. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства.

4. *Сильное загрязнение.* Всхожесть семян очень слабая (менее 20%), Проростки мелкие и уродливые [8].

#### **4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.**

Пробы (в виде кернов) отбирали с помощью лопатки на всю глубину снежного покрова (в среднем около 50 см), сформировавшегося за 1,5 месяца. Затем помещали в прозрачные пластиковые ёмкости объёмом 3 л, закрывали крышками и оставляли на сутки в помещении при комнатной температуре. Анализ проб начинали с определения органолептических показателей талой воды (табл.1 и 2 Прил. 1). Из данных таблиц следует, что наиболее загрязнёнными являются пробы талой воды в точках 3 и 4 (Светлановский пр. и угол пр. Просвещения и ул. Брянцева), меньшее загрязнение – в точках 1 и 2 (ул. Брянцева и Учительская), самая чистая вода в пробах 5-7 (на территории школы и Муринского парка). Кроме того, на поверхности талой воды в пробах 1, 2 и 3 обнаружена маслянистая пленка. Эти точки отбора проб расположены вблизи (3-5 м) автомагистралей. Во всех пробах реакция среды близка к нейтральной (рН 6-7).

Результаты исследования проб талой воды на содержание хлорид-ионов и взвешенных частиц представлены в табл. 3 и 4 (Прил. 1) и на рис. 2. Из данных таблиц следует, что наибольшая концентрация хлорид-ионов зафиксирована в пробах 2 и 3 (Учительская ул. и Светлановский пр.), несколько меньше – в пробах 1,4 и 5. Это можно объяснить близким расположением автомагистралей и пешеходных тротуаров, на которых используют противогололёдные смеси. В пробах 6 и 7 хлорид-ионы не обнаружены, т.к. рядом расположены только тропинки, на которых не используют эти смеси.

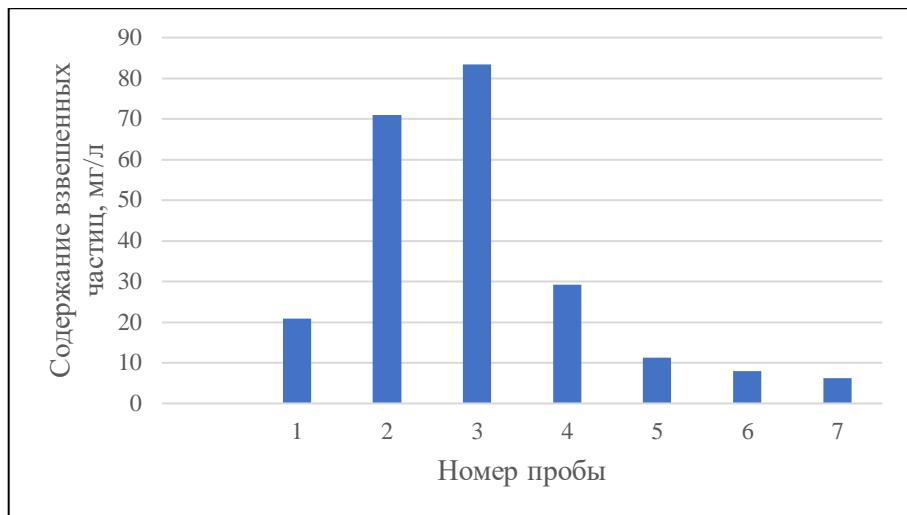


Рис.2 Диаграмма средних значений содержания взвешенных частиц в пробах снега.

Содержание взвешенных частиц превышает ПДК во всех пробах, кроме 6 и 7, т.к. эти точки наиболее удалены от автомагистралей.

Табл. 3 и 4 (Прил. 1) также содержат описание состава осадка. Типичные фотографии осадка на фильтрах и микропрепаратах осадка представлены в Прил.2 (табл. 1,2 и 3,4 соответственно). Из данных таблиц следует, что вблизи автомагистралей снег загрязнён чёрными частицами (вероятно, резиновой пылью, сажей и т.п.), а также песчинками из противогололёдных смесей. Наличие волосков в пробах можно объяснить тем, что в этих местах выгуливают собак (причём наибольшее количество волосков обнаружено в пробах снега 3,4 и 5 – места вблизи жилых домов).

Результаты биотестирования проб талой воды представлены на рис. 3, 4 и в табл. 5,6 (Прил. 1).

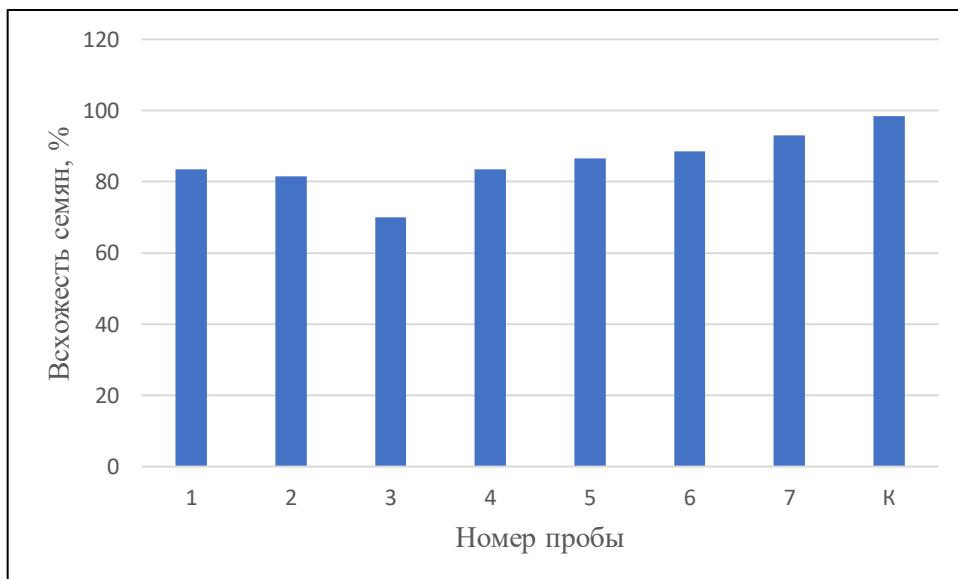
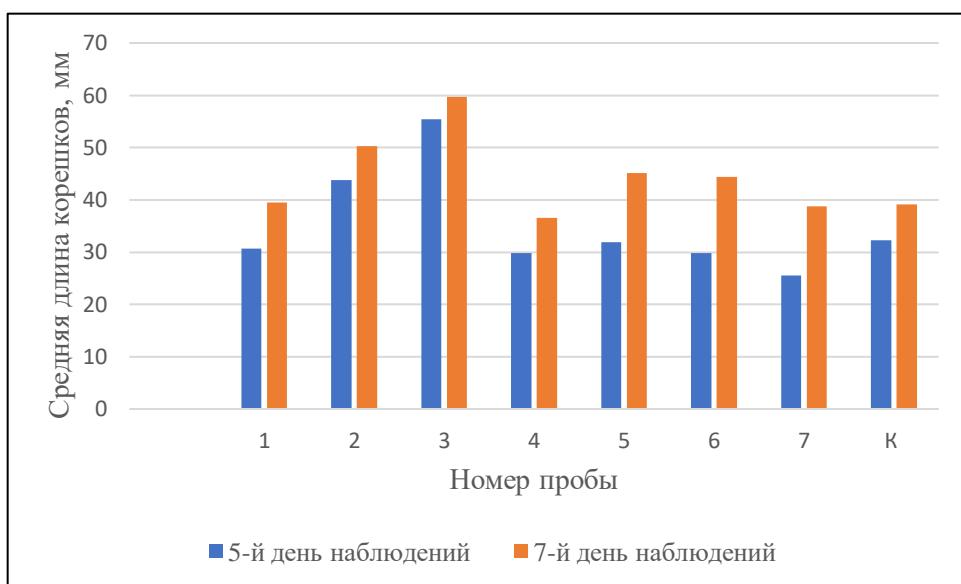


Рис. 3 Диаграмма средних значений всхожести семян горчицы белой в пробах талой воды.

Для получения достоверных результатов мы проводили опыты по проращиванию семян в трёх повторностях для каждого отбора проб. В табл. 5 и 6 (Прил. 1) указаны средние значения % всхожести, длины корешков и проростков горчицы.

По данным таблиц и диаграмме на рис. 3 видно, что наибольшая всхожесть семян была зафиксирована в пробах 5-7 (87 - 93%) с наиболее чистой водой. В остальных пробах % всхожести несколько ниже (70 - 83,5%), в контрольной пробе с водопроводной водой 98,5%. Такие цифры указывают на слабое загрязнение снега (см. стр. 10).

Из данных табл. 5 и 6 (Прил. 1) и диаграммы на рис. 4 следует, что наибольший прирост корешков наблюдался в пробах 2 и 3 с самой грязной водой. Причём сильное масляное загрязнение снега в пробе 3 способствовало значительному увеличению длины корешков на 7-й день наблюдений по сравнению с другими пробами.



*Рис. 4 Диаграмма средних значений длины корешков горчицы белой в пробах малой воды.*

По данным табл. 5 и 6 (Прил. 1) и диаграммы на рис. 5 видно, что на 5-й день наблюдений наибольшую длину имели проростки в пробах 1 и 3 (28,5 - 29,4 мм), отобранных на ул. Брянцева и Светлановском пр. соответственно. На 7-й день максимальная длина проростков была зафиксирована в тех же пробах (37,2 и 43,5 мм). В пробе 7 с наиболее чистой талой водой и контрольной пробе длина проростков оказалась значительно меньше: 20,3 и 29,4 мм соответственно.

Анализ прорастания семян в талой воде со всех участков показал, что по результатам биотестирования загрязнение отсутствует либо незначительное, так как процент проросших семян находится в пределах 70 - 93 % (в контрольной пробе с водопроводной

водой 98,5%). Таким образом, загрязнение талой воды не оказывает существенного влияния на прорастание семян горчицы белой.

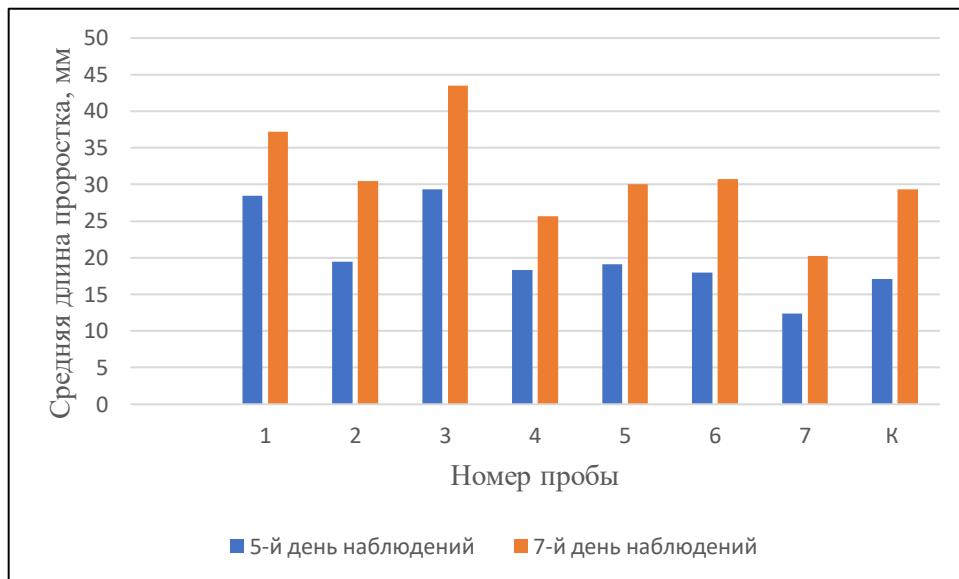


Рис. 5 Диаграмма средних значений длины проростков горчицы белой в пробах талой воды.

Однако, этот фактор оказывает значительное влияние на рост корешков и проростков. Водопроводная вода не содержит органических веществ, поэтому длина корешков и проростков в контрольной пробе небольшая. Близкие значения исследуемых параметров получены в пробах 5 - 7 с относительно чистой талой водой (точки отбора на территории школы и в Муринском парке). Точка 4 (угол пр. Просвещения и ул. Брянцева) находится дальше от проезжей части, чем точки 1-3, поэтому и загрязнение снега там несколько меньше.

Значительный прирост стебельков в пробах 1-3 на 7-й день наблюдений по сравнению с другими пробами и контролем можно объяснить загрязнением снега органическими веществами (обнаружена маслянистая пленка на поверхности талой воды), которые, вероятно способствовали дополнительному питанию проростков горчицы белой. Более чистая талая вода и водопроводная вода не содержат достаточного количества питательных веществ, необходимых для развития молодых растений.

## **ВЫВОДЫ**

1. Согласно органолептическим показателям талой воды в пробах, наиболее загрязнённым является снег вблизи крупных автомагистралей (точки отбора 3 и 4 – Светлановский пр. и пр. Просвещения).
2. Содержание взвешенных частиц в пробах снега превышает ПДК во всех точках, кроме 6 и 7 – наиболее удалённых от автомагистралей.
3. Вблизи автомагистралей в составе осадка преобладают частицы пыли, сажи и песчинки. Около жилых домов - песчинки и волоски из шерсти собак.
4. Во всех пробах талой воды pH на уровне 6-7, что соответствует слабокислой реакции (в воздухе содержится углекислый газ, который и подкисляет атмосферные осадки).
5. Наибольшая концентрация хлорид-ионов (1-10 мг/л) обнаружена вблизи автомагистралей и пешеходных дорожек, на которых используются противогололёдные смеси.
6. Загрязнение в пробах снега не оказывает существенного влияния на прорастание семян горчицы белой (всходесть на уровне 70-83,5%; контроль – 98,5%). Масляное загрязнение снега в пробах 1-3 стимулирует рост корешков и проростков.
7. Самым загрязнённым является воздух вблизи автомагистралей, поэтому необходимо увеличивать площадь зелёных насаждений, особенно вдоль автомагистралей, и количество электротранспорта в нашем городе.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Аликберова. Л. Ю. /Л.Ю. Аликберова /Занимательная химия М: «АСТ-ПРЕСС», 1999.
2. Артемов А.В. Сравнительный анализ антропогенного загрязнения снежного покрова и гидросферы урбанизированных ландшафтов. //Экология человека – 2003 г. - № 4. – с. 35
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: пособие для студ. высш. учеб. заведений под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой – 2-е изд. М.: Издательский центр «Академия», 2008.
4. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Гущина Э.В. "Экологический практикум школьника", изд. "Учебная литература", 2005, с. 87-90.
5. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьева А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии, М., АО МДС, 1996.
6. Муравьёва А.Г. "Руководство по анализу воды", изд. 2-е, преработанное, СПб, "Крисмас+", 2012.
7. Федорос Е.И., Нечаева Г.А. Экология в экспериментах: учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений. – М.: Вентана-Граф, 2006.
8. Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие/ Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: АГАР, 2006.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

*Таблица 1. Органолептические показатели талой воды в пробах от 9.02.19.*

№ пробы	Цвет	Запах		Мутность (баллы)
		Характер	Интенсивность (баллы)	
1	С-ж	неотчётливый	1	1
2	С-ж	неотчётливый	1	2
3	С-ж	<b>бензиновый</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
4	С-ж	неотчётливый	1	2
5	С-ж	неотчётливый	1	1
6	С-ж	неотчётливый	1	1
7	Не отмечен	неотчётливый	0	1

*Таблица 2. Органолептические показатели талой воды в пробах от 12.02.19.*

№ пробы	Цвет	Запах		Мутность (баллы)
		Характер	Интенсивность (баллы)	
1	С-ж	неотчётливый	1	2
2	С-ж	неотчётливый	1	3
3	С-ж	<b>бензиновый</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
4	С-ж	неотчётливый	1	2
5	С-ж	неотчётливый	1	1
6	С-ж	неотчётливый	1	1
7	Не отмечен	неотчётливый	0	1

*Таблица 3. Результаты исследования проб талой воды от 9.02.19 на содержание хлорид-ионов и взвешенных частиц.*

№ пробы	Анализ пробы на содержание хлорид-иона		Масса осадка, г	Содержание взвеш. ч-ц, мг/л	Состав осадка
	Характер помутнения раствора	[Cl <sup>-</sup> ], мг/л			
1	Сл. опалесценция	> 1	0,02	16,7	Чёрный осадок, отдельные волоски и песчинки.
2	Сл. опалесценция	> 1	0,09	75,0	Среднее кол-во чёрных частиц, волосков и песчинок.

3	Сильная муть	> 10	0,11	91,7	Большое кол-во чёрных частиц, волоски, песчинки.
4	Сл. опалесценция	> 1	0,04	33,3	Немного чёрных частиц, песчинок, много волосков.
5	Сл. опалесценция	> 1	0,015	12,5	Чёрного осадка и песчинок немного, большое кол-во волосков.
6	Не определяется	0	0,010	8,3*	Небольшое кол-во чёрных частиц, песчинок и волосков.
7	Не определяется	0	0,008	6,7*	Небольшое кол-во чёрного осадка и волосков.

Таблица 4. Результаты исследования проб талой воды от 12.02.19 на содержание хлорид-ионов и взвешенных частиц.

№ пробы	Анализ пробы на содержание хлорид-иона		Масса осадка, г	Содержание взвеш. ч-ц, мг/л	Состав осадка
	Характер помутнения раствора	[Cl <sup>-</sup> ], мг/л			
1	Опалесценция	> 1	0,03	25,0	Среднее кол-во чёрных частиц, песчинок и волосков.
2	Сл. мутный	10	0,08	67,0	Среднее кол-во чёрных частиц и песчинок, волосков немного.
3	Сильная муть	> 10	0,09	75,0	Большое кол-во чёрного осадка, песчинок и волосков.
4	Сл. мутный	10	0,03	25,0	Немного чёрного осадка и песчинок, много волосков.
5	Сл. опалесценция	> 1	0,012	10,0	Небольшое кол-во чёрного осадка, песчинок и волосков.
6	Не определяется	0	0,009	7,5*	Небольшое кол-во чёрных частиц и волосков, мало песчинок.
7	Не определяется	0	0,007	5,8*	Небольшое кол-во чёрного осадка и волосков.

\*содержание взвешенных частиц не превышает ПДК (10 мг/л).

*Таблица 5. Результаты наблюдений за прорастанием семян и развитием проростков горчицы белой в пробах талой воды от 9.02.19.*

№ пробы	Прорастание семян (через 2 дня)		Развитие проростков (на 5-й день набл.); <i><u>средние данные</u></i>		Развитие проростков (на 7-й день набл.); <i><u>средние данные</u></i>	
	кол-во (шт)	% всходжести	длина корешка (мм)	длина проростка (мм)	длина корешка (мм)	длина проростка (мм)
1	26	87	28,0	30,0	39,5	39,1
2	24	80	38,5	20,1	46,8	32,2
3	20	67	<b>58,3</b>	<b>31,2</b>	<b>63,5</b>	<b>48,9</b>
4	26	87	27,1	17,2	35,6	25,2
5	27	90	27,9	19,4	44,7	31,9
6	27	90	23,3	18,5	42,0	31,7
7	28	93	23,8	11,2	38,4	18,8
Конт- роль	29	97	37,3	16,8	39,1	28,6

*Таблица 6. Результаты наблюдений за прорастанием семян и развитием проростков горчицы белой в пробах талой воды от 12.02.19.*

№ пробы	Прорастание семян (через 2 дня)		Развитие проростков (на 5-й день набл.); <i><u>средние данные</u></i>		Развитие проростков (на 7-й день набл.); <i><u>средние данные</u></i>	
	кол-во (шт)	% всходжести	длина корешка (мм)	длина проростка (мм)	длина корешка (мм)	длина проростка (мм)
1	24	80	33,4	26,9	39,6	35,3
2	25	83	49,1	18,8	53,7	27,9
3	22	73	<b>52,5</b>	<b>27,5</b>	<b>55,9</b>	<b>38,1</b>
4	24	80	32,6	19,5	37,4	26,2
5	25	83	35,9	18,8	45,6	28,2
6	26	87	36,4	17,4	46,9	29,8
7	28	93	27,3	13,6	39,1	21,7
Конт- роль	30	100	36,1	17,5	39,2	30,1

