

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ЗОН РЕКРЕАЦИИ ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА г. КРАСНОЯРСКА

Лисина С.Н., Ильюшенко Н.А.,

научные руководители: проф., д-р биол. наук Заворуев В.В., проф., д-р биол.
наук Заворуева Е.Н.,

Сибирский федеральный университет

Красноярск постоянно входит в список самых грязных городов России [1]. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) в 2011 году составил 23,75 [2]. Этот показатель получен по данным стационарных постов наблюдений, расположенных в различных районах города Красноярск (рис.1).



Рисунок 1. Схема расположения постов наблюдения в г. Красноярске

По показаниям постов наблюдения получены величины ИЗА для каждого из районов города, кроме Октябрьского. В этом районе нет поста наблюдения (рис. 1) и, следовательно, не проводится отбор проб. В связи с этим в докладе «О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2010 году» не представлена оценка экологического состояния атмосферы Октябрьского района и в нем нет информации о приоритетных загрязнителях.

В Октябрьском районе находится много зон рекреации, где отдыхают люди, не только проживающие на территории района, но и население всего города. При этом отдыхающие считают, что Октябрьский район экологически чистый. Поскольку официальных данных о состоянии атмосферного воздуха нет, было принято решение

оценить его состояние по биолюминесцентному тестированию воды талого снега, собранного в различных частях Октябрьского района.

На территории Красноярска снежный покров сохраняется с ноября по март. Снег характеризуется высокой способностью к захвату и осаждению примесей из атмосферы. Считается, что всего лишь одна проба по всей толще снежного покрова дает представительные данные о загрязнении в период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы [3].

Объекты и методы исследования

Пробы снега отбирали ежемесячно в трех местах Октябрьского района: Академгородке, Николаевской сопке и парке Гагарина. Парк располагается вблизи проспекта Свободный, в котором фиксируется интенсивное автомобильное движение. Вблизи других мест отбора проб движение автотранспорта практически отсутствовало. В каждой зоне пробы брались в двух-трех точках. Для анализа отбирали снег по всей толще снежного покрова.

Твердые частицы из талого снега отделяли путем фильтрации через мембранные фильтры «Владипор» с диаметром пор 0,6 мкм. Для биолюминесцентного анализа использовался талый снег (н/ф) и его фильтрат (ф).

В исследованиях по определению токсичности воды использовали два биотеста. Один из них изготовлен из светящихся бактерий вида *Photobacterium phosphoreum* (P.p.), а другой - биотест B17 677F - создан на основе генетически модифицированного светящегося штамма *Escherichia coli* (E.c.) [4].

Для оценки действия анализируемых проб на люминесценцию бактерий используется бактериальный индекс (БИ), который определяется по формуле:

$$\text{БИ} = (I_0 / I_K) \times 100\%,$$

где I_0 - интенсивность свечения анализируемой пробы, I_K - интенсивность люминесценции в контроле. Контролем служила вода, взятая на станции водоподготовки.

О токсичности анализируемой пробы судили по величине БИ. Проба считалась токсичной, если среднее значение БИ было больше или меньше контроля на 20% [5].

Результаты и их обсуждение

Результаты биотестирования талого снега и его фильтратов представлены в таблицах 1-3.

Снег, собранный в Академгородке и районе Николаевской сопки, характеризовался как токсичный. Все фильтраты талой воды снега так же были токсичные (табл.1 и 2).

Таблица 1 – Биолюминесцентные индексы и содержание твердых частиц в снеге, собранного в районе Академгородка

Дата	Концентрация твердых частиц, г/м ³	БИ P.p		БИ E.c.	
		н/ф	ф	н/ф	ф
Ноябрь 2010	609,0±469,4	179,8	184,1	189,3	270,7
Декабрь 2010	330,3±287,2	166,5	189,8	185,2	243,8
Январь 2011	229,7±84,8	224,4	295,8	224,3	273,4
Февраль 2011	208,3±70,5	191,2	219,8	237,9	262,5

Таблица 2 – Биоломинесцентные индексы и содержание твердых частиц в снеге, собранного в районе Николаевской сопки

Дата	Концентрация твердых частиц, г/м ³	БИ Р.р		БИ Е.с.	
		н/ф	ф	н/ф	ф
Ноябрь 2010	266,5±81,3	168,7	198,8	115,5	144,8
Декабрь 2010	130,0±87,7	118,2	183,9	94,6	103,6
Январь 2011	138,5±72,8	177,8	177,8	113,7	142,4
Февраль 2011	133,0±104,7	203,6	203,6	120,5	95,4

Талая вода снега и фильтраты стимулировали интенсивность биоломинесценции биотестов (табл.1 и 2), и практически во всех случаях это увеличение превышало контрольные значения более чем на 20%. Такие значения БИ могут быть обусловлены наличием в анализируемых пробах какого-то вещества. Поскольку в Академгородке и в районе Николаевской сопки нет промышленных предприятий, то, можно предположить, что это вещество биотического происхождения. Летучие органические соединения выделяет растительность. Высокие концентрации монотерпенов обнаруживаются вблизи хвойных лесов Сибири [6]. Эти вещества влияют на липидный обмен [7]. Кроме того, показано, что эфирные масла могут воздействовать на бактерии, изменяя метаболические процессы цитоплазмы и клеточной стенки. Монотерпены увеличивают проницаемость цитоплазматических мембран, нарушают расположение белков, встроенных в мембраны, подавляют клеточное дыхание и изменяют процессы ионного транспорта [8]. На основании приведенных выше фактов можно предположить, что стимулирование биоломинесценции биотестов обусловлено веществами типа монотерпенов.

Вода талого снега, собранного в парке Гагарина, во все месяцы наблюдения, кроме января, характеризовалась как очень токсичная (табл. 3). А вот фильтраты не были токсичными. Исключение составляют фильтраты проб снега, собранного в ноябре.

Таблица 3 – Биоломинесцентные индексы и содержание твердых частиц в снеге, собранного в районе парка Гагарина

Дата	Концентрация твердых частиц, г/м ³	БИ Р.р		БИ Е.с.	
		н/ф	ф	н/ф	ф
Ноябрь 2010	754,7±370,8	30,5	74,3	27,5	61,4
Декабрь 2010	718,3±183,1	38,6	102,1	52,2	107,5
Январь 2011	550,0±41,1	52,1	99,3	33,0	100,0
Февраль 2011	458,7±40,8	20,9	99,8	37,4	93,8

Согласно литературным данным на протяжении зимы в снеге накапливаются твердые частицы. Действительно, при фильтрации талого снега в объеме 100 мл на фильтрах обнаруживается значительное количество твердых частиц. Их количество таково, что они обнаруживаются визуально (рис. 2).

Во всех трех зонах рекреации накопления твердых частиц в снеге не происходило (табл. 1-3). Наименьшая средняя концентрация твердых частиц в снеге была зарегистрирована в районе Николаевской сопки, а наибольшая в парке Гагарина. Высокое содержание твердых частиц в снеге парка может быть объяснена двумя причинами. Либо близким расположением парка к автомагистрали, либо его низким расположением (над уровнем моря), по сравнению с Академгородком и Николаевской сопкой. Перепад высот составляет более 150 м. Из двух вышеназванных причин

загрязнения снега твердыми частицами более вероятной является вторая, поскольку взвешенные веществ являются приоритетными загрязнителями города Красноярска [2]. Если бы загрязнителями были выбросы автотранспорта, то снег в парке Гагарина был очень токсичен [9].



Рисунок 2. Фотографии фильтров, после фильтрации 100 мл талого снега, собранного в ноябре на Николаевской сопке, в Академгородке и в парке Гагарина, соответственно

Таким образом, снег в зонах рекреации Октябрьского района загрязнен токсическими веществами и твердыми частицами, содержание которых наименьшее в районе Николаевской сопки и наибольшее – в парке Гагарина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году». М., 2011. 448 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2011 году». Красноярск, 2012. 243 с.
3. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 182 с.
4. Кузнецов А.М., Родичева Э.К., Шилова Е.В. Биотест на основе лиофилизированных светящихся бактерий // Биотехнология. 1996. № 9. С. 57-61.
5. Определение токсичности воды и водных экстрактов из объектов окружающей среды по интенсивности биолюминесценции бактерий (методические рекомендации), М., 1996. МР ГКСЭН РФ № 01-19/16-17.
6. Тимковский И.И., Еланский Н.Ф., Скороход А.И., Шумский Р.А. Исследование биогенных летучих органических соединений над территорией России // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2010. Т. 46. № 3. С. 347-356.
7. Найданова Э.Г., Бураева Л.Б. Влияние гипополипидемического растительного средства на липидный обмен и перекисное окисление липидов // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. 2009. № 3. С. 216-218.
8. Reichling J., Schnitzler P., Suschke U., Saller R. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties – an overview. // Forschende Komplementärmedizin 2009. № 16. P. 79–90.
9. Заворуева О.В. Биоломинесцентная оценка токсичности сажи автомобильных двигателей // Материалы Международной конференции «Инновационные процессы в современном образовании России как важнейшая предпосылка повышения уровня социально-экономического развития общества и охраны окружающей среды». Красноярск: ИПК СФУ, 2010. С. 514-518.