

Литература

1. Андрияшева М.А. Гетерозис при внутривидовых скрещиваниях карпа // Изв. ГосНИОРХ. – 1996. – Т. 77. – С. 75–81.
2. Веригин Б.В., Виноградов В.К. Основные направления дальнейших исследований по рыбохозяйственному использованию растительноядных рыб // Итоги и перспективы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб. – Киев: Наукова думка, 1977. – С. 167–296.
3. Виноградов В.К., Ерохин Л.В. Гибриды белого амура и толстолобика // Рыбоводство и рыболовство. – 1964. – № 5. – С. 20–31.
4. Казанчев С.Ч., Казанчева А.А., Кожаева Д.К. Биология белого амура // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 5 (37). – С. 259–262.
5. Кирпичников В.С. Генетические методы селекции гибридов рыб // Тр. совещ. по отдаленной гибридизации растительноядных рыб. – М.: Наука, 1967. – С. 124–128.
6. Катасонов В.Я., Черфас Н.Б. Селекция и племенное дело в рыбоводстве. – М.: Агропромиздат, 1986. – 183 с.
7. Соин С.Г. Элементарные популяции рыб // Зоология животных. – 1963. – Т. 25. – Вып. 2. – С. 170–175.



УДК 579.26; 619:616

С.Э. Бадмаева, В.И. Циммерман

АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

В статье рассмотрены вопросы антропогенного загрязнения атмосферного воздуха городов Красноярского края и прилегающих сельскохозяйственных территорий, а также источники первичных и вторичных загрязняющих веществ; объем выбросов основных источников антропогенного загрязнения; уровень химического загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов Красноярского края.

Ключевые слова: окружающая среда, экологический мониторинг, антропогенное загрязнение, атмосферный воздух, загрязняющие вещества.

S.E. Badmaeva, V.I. Tsimmerman

ANTHROPOGENIC POLLUTION OF THE ATMOSPHERIC AIR IN THE KRASNOYARSK TERRITORY CITIES

The issues of the anthropogenic pollution of the atmospheric air in the Krasnoyarsk Territory cities and the surrounding agricultural areas as well as the sources of primary and secondary pollutants; emissions of the main sources of the anthropogenic pollution; the level of the atmospheric air chemical contamination of the Krasnoyarsk Territory settlements are considered in the article.

Key words: environment, ecological monitoring, anthropogenic pollution, atmospheric air, pollutants.

Введение. В процессе взаимодействия общества и природы осуществляется обмен веществ между производственной и природной средой. Вывод из системы антропогенного обмена в природу отходов, отбросов и использованных изделий называется загрязнением окружающей среды [7].

К числу наиболее важных факторов экологического риска относят загрязнение атмосферы и загрязнение питьевой воды. Наиболее чувствительны к воздействию атмосферного загрязнения органы дыхательной системы [1, 2].

Опасность загрязнения атмосферного воздуха для здоровья населения обусловлена действием следующих факторов:

1. Разнообразие загрязнений. На человека, проживающего в промышленном районе, воздействует несколько сотен тысяч химических веществ. В конкретном районе в относительно высоких концентрациях присутствует ограниченное число химических веществ, но комбинированное действие атмосферных загрязнителей может привести к усилению вызываемых ими токсических эффектов.

2. Возможность массированного воздействия, так как акт дыхания является непрерывным и человек в сутки вдыхает до 20 тыс. л воздуха. Даже незначительные концентрации химических веществ при таком объеме дыхания могут привести к значительному поступлению вредных веществ в организм.

3. Воздух при дыхании входит почти в непосредственный контакт с кровью, в которой растворяет все, что присутствует в воздухе. Из легких кровь поступает в большой круг кровообращения, минуя такой детоксикационный барьер, как печень. Яд, поступающий ингаляционным путем, действует в 80–100 раз сильнее, чем при поступлении через желудочно-кишечный тракт.

4. Трудность защиты от ксенобиотиков. Человек, отказавшись употреблять в пищу загрязненные продукты или недоброкачественную воду, не может не дышать загрязненным воздухом. При этом загрязнитель действует на все группы населения круглосуточно.

Любое нежелательное изменение состава земной атмосферы в результате поступления в нее различных газов, водяного пара и твердых частиц пагубно влияет на жизнедеятельность живых организмов, в том числе и на здоровье человека.

Более 90 % загрязнителей имеют антропогенное происхождение. Источниками первичных загрязняющих веществ являются сжигание ископаемого топлива на электростанциях и в двигателях автомобилей, а также производственные процессы, не связанные со сжиганием топлива, но приводящие к запылению атмосферы (эрозия почв, добыча угля открытым способом), взрывные работы, стыки труб на нефтеперегонных и химических заводах и из реакторов, хранение твердых отходов и др. Некоторые из них вступают в химические реакции с другими загрязнителями или с основными компонентами воздуха (кислородом, азотом и водяным паром), образуя вторичные загрязняющие вещества. В результате наблюдаются такие явления, как фотохимический смог, кислотные дожди и т.д. Вторичные загрязнители – содержащиеся в атмосфере фотохимические окислители и кислоты – представляют главную опасность для здоровья человека и глобальных изменений окружающей среды [1].

Примерно 10 % загрязнителей попадает в атмосферу вследствие таких природных процессов, как вулканические извержения (выбросы пепла, распыленных кислот, в том числе серной, и множество ядовитых газов); брызги морской воды; разлагающиеся растительные и животные остатки; лесные пожары; пыльные бури. Деревья и кустарники выделяют много органических соединений – ЛОС. Присутствующие в воздухе микроорганизмы (пыльца, плесневые грибы, вирусы) вызывают у людей приступы аллергии и инфекционные заболевания.

Цель исследования. Экологический мониторинг состояния уровня антропогенного воздействия на атмосферный воздух городов Красноярского края (Красноярск, Ачинск, Минусинск) и прилегающих территорий (Емельяново, Большая Мурта).

Объект и методы исследования. Атмосферный воздух административных районов г. Красноярска и прилегающих территорий под влиянием антропогенного загрязнения. В качестве основного метода исследования используется экологический мониторинг окружающей среды [3–6, 8].

Результаты исследования. Существенной особенностью городов является то, что в них неуклонно возрастает дифференциация концентраций загрязнения в различных районах. Периферийные районы, как правило, имеют невысокий уровень концентрации загрязнения. В зонах крупных промышленных предприятий она резко увеличивается. И как ни странно, увеличение уровня концентрации отмечается в центральных районах промышленных крупных городов. Это объясняется тем, что в центральных районах атмосферный воздух обычно на несколько градусов выше, чем

в периферийных, а это приводит к появлению над центром городов восходящих воздушных потоков, засасывающих загрязненный воздух из промышленных районов. Также оказывает интенсивное влияние на загрязненность атмосферы движение автотранспорта.

Антропогенные источники, обеспечивающие основной объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на территории изученных районов и Красноярского края в целом, образуют три группы:

1. Предприятия металлургического производства и производства металлических изделий – ОАО «РУСАЛ Красноярск», ОАО «РУСАЛ Ачинск», ОАО ГМК «Норильский никель».

2. Автотранспорт.

3. Прочие источники (эрозия почв, добыча угля открытым способом, взрывные работы, стыки труб на нефтеперегонных и химических заводах, из реакторов, хранение твердых отходов и др.).

Красноярск – крупнейший экономический и культурный центр Восточной Сибири, относящийся к регионам с высокой антропогенной нагрузкой. Промышленные предприятия разбросаны по всему городу. Размещение в городе крупных объектов энергетики, предприятий химической и металлургической промышленности обуславливают уровень атмосферного загрязнения. И несмотря на наметившуюся тенденцию к снижению валового выброса вредных веществ, уровень загрязнения атмосферного воздуха по ряду ингредиентов продолжает оставаться высоким.

Объем выбросов основных групп загрязняющих веществ в пределах города Красноярска представлен в таблице 1. Ее анализ показывает, что выбросы предприятий производства и распределения электроэнергии составляют 22,3 %. Выбросы предприятий теплоэнергетики неуклонно увеличиваются от 151,2 (2009 г.) до 188,9 тыс. т (2013 г.). Эти выбросы зависят от особенностей зимней температуры. В холодные зимы, например зима 2009 г., величины антропогенных выбросов в атмосферу увеличиваются.

Из таблицы 1 видно, что в 2013 г. на 3,8 % уменьшились суммарные выбросы КраЗа. Их объем уменьшился с 136,4 (2009 г.) до 115,4 тыс. тонн (2013 г.) [9]. Неуклонно увеличивается объем выбросов автотранспорта: 157,7 (2008 г.) и 326,4 тыс. тонн (2013 г.), видимо, за счет увеличения транспортных единиц. По данным государственной статистической отчетности, состав выбрасываемых загрязняющих веществ от стационарных источников за последние 5 лет не изменился. Перечень ведущих предприятий, основных химических загрязнителей атмосферного воздуха населенных мест Красноярского края, в течение последних 5 лет остается неизменным и включает преимущественно предприятия цветной металлургии и теплоэнергетики: ОАО «РУСАЛ Красноярск», ООАТ «Красноярская ГРЭС-2», Красноярская ТЭЦ-1, Красноярская ТЭЦ-2, Красноярская ТЭЦ-3.

Таблица 1

Объем выбросов основных источников антропогенного загрязнения в г. Красноярске, тыс. тонн

Группа предприятий	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2013 г.	Процент от общих выбросов в 2013 г.
ОАО «РУСАЛ Красноярск»	103,4	136,4	120,0	115,4	13,6
ГРЭСы и ТЭЦы	155,0	151,2	163,8	188,9	22,3
Автотранспорт	157,7	167,8	295,3	326,4	38,6
Прочие источники	180,7	173,2	203,1	215,2	25,5
Итого	596,8	628,6	782,2	845,9	100

**Уровень химического загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов
Красноярского края (среднегодовая концентрация), мг/м³**

Вещество	Ачинск	Красноярск	Минусинск	Емельяново	Большая Мурта
Взвешенные вещества	0,45	0,24	0,10	0,08	0,12
Диоксид серы	0,007	0,005	0,02	0,004	0,001
Диоксид азота	0,05	0,04	0,02	0,014	0,007
Оксид азота	0,038	0,039	0,024	0,019	0,009
Оксид углерода	0,923	1,358	0,886	0,343	0,121
Сероводород	0,005	0,0007	0,0005	0,0002	0,0001
Сероуглерод	0	0,005	0	0	0
Фенол	0	0,0006	0,0016	0	0
Фтористые соединения	0,002	0,004	0	0	0
Хлор	0	0,013	0	0	0
Соляная кислота	0	0,0462	0	0	0
Аммиак	0	0,0204	0	0	0
Формальдегид	0,001	0,0067	0,0032	0,0001	0
Бензол	0	0,0332	0	0	0
Ксилол	0	0,0215	0	0	0
Толуол	0	0,0238	0	0	0
Этилбензол	0	0,0072	0	0	0
Бенз(а)пирен	2.50E-06	4.80E-06	3.80E-06	1.12E-06	0.03E-06

Загрязнение окружающей среды химическими веществами оказывает определенное влияние на здоровье населения, обуславливая распространение экологически зависимых заболеваний. Для определения влияния на здоровье населения ингредиентов химической природы, загрязняющих атмосферный воздух, использованы среднегодовые концентрации за 2008–2013 гг. по данным Красноярского территориального Управления по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения окружающей среды (Среднесибирское УГМС), отраженные в таблице 2.

Анализ таблицы 2 показывает, что г. Красноярск имеет набор всех ингредиентов химической природы, загрязняющих атмосферный воздух. Город Ачинск также отличается большим спектром ингредиентов химической природы, загрязняющих атмосферный воздух. Город Минусинск, несмотря на присутствие многих загрязняющих веществ, содержит их в небольших концентрациях.

Населенные пункты аграрных территорий (Емельяново и Большая Мурта) являются наименее «безопасными» территориями.

По отношению к предельно допустимым концентрациям (ПДК) в г. Красноярске наблюдается превышение взвешенных частиц (3,0 ПДК); формальдегида (2,23 ПДК); бенз(а)пирена (5,9 ПДК); сероуглерода (1,1 ПДК); фтористого водорода (5,5 ПДК). В г. Ачинске наблюдается превышение взвешенных частиц (1,6 ПДК); диоксида азота (1,17 ПДК); бенз(а)пирена (2,5 ПДК). В г. Минусинске наблюдается превышение по бенз(а)пирену (3,8 ПДК). В остальных регионах эти показатели регистрировались в пределах гигиенических нормативов.

Интегральным показателем загрязнения атмосферы, используемым в России, является индекс загрязнения атмосферы – ИЗА. Он позволяет учитывать концентрации примесей многих веществ, измеренных на территории, и представлять уровень загрязнения одним числом. В соответствии с существующими методами считается: ИЗА ниже 5 – загрязнение низкое; ИЗА от 5 до 6 – повышенное; ИЗА от 7 до 13 – высокое и ИЗА, равное или больше 14, – очень высокое.

Показатель индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) для районов г. Красноярска и прилегающих аграрных территорий

Район исследования	Показатель ИЗА	Уровень загрязнения
Красноярск (Советский район)	13,67	Очень высокий
Красноярск (Ленинский район)	12,06	Высокий
Красноярск (Октябрьский район)	5,24	Низкий
п. Емельяново	3,62	Низкий
п. Большая Мурта	1,03	Низкий

Из данных таблицы 3 следует, что показатель индекса загрязнения атмосферы для районов г. Красноярска и прилегающих аграрных территорий отражает уровень загрязнения атмосферного воздуха. В разных районах г. Красноярска он имеет дифференцированное значение и является высоким для всех районов г. Красноярска, кроме Октябрьского административного района (ИЗА – 5,24). Аграрные районы (п. Емельяново, п. Большая Мурта) имеют устойчиво низкий показатель ИЗА. Если рассматривать усредненные данные по годам (последние 5 лет), то в г. Красноярске самый низкий уровень загрязнения (ИЗА – 11,27) наблюдался в 2009 г. А затем этот показатель начал неуклонно возрастать и в 2013 году составил самый высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА – 13,67).

Выводы

1. Размещение в городе крупных объектов энергетики, предприятий химической и металлургической промышленности обуславливает высокий уровень атмосферного загрязнения. Несмотря на тенденцию к снижению валового выброса вредных веществ, уровень загрязнения атмосферного воздуха по ряду ингредиентов продолжает оставаться высоким.

2. Города Красноярск и Ачинск отличаются большим спектром ингредиентов химической природы, загрязняющих атмосферный воздух. Город Минусинск, несмотря на присутствие многих загрязняющих веществ, содержит их в небольших концентрациях. Населенные пункты аграрных территорий (Емельяново и Большая Мурта) являются наименее «безопасными» территориями.

Литература

1. *Безуглая Э.Ю.* Чем дышит промышленный город. – Л.: Гидрометеиздат, 2005. – 256 с.
2. *Грушко Я.М.* Вредные органические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. – Л.: Химия, 1991. – 228 с.
3. *Демиденко Г.А., Жирнова Д.Ф.* Экологический мониторинг загрязнения окружающей среды формальдегидом и бенз(а)пиреном // Вестник Крас ГАУ. – 2013. – № 10. – С. 109–113.
4. *Демиденко Г.А., Фомина Н.В.* Мониторинг окружающей среды: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – 153 с.
5. *Быстрых В.В., Боев В.М., Борщук Е.Л.* Оценка дополнительного канцерогенного риска в связи с антропогенным загрязнением атмосферного воздуха селитебных территорий // Гигиена и санитария. – 1999. – № 1. – С. 8–10.
6. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека // Региональные публикации ВОЗ. Европейская серия. – 2010. – № 85. – 87 с.
7. *Пинигин М.А.* Охрана атмосферного воздуха. – М., 1999. – 177 с.
8. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М., 1991. – 76 с.

9. Бадмаева С.Э., Циммерман В.И. Экологический мониторинг состояния воздуха в зоне действия Красноярского алюминиевого завода (ООО «КРАЗ») // Актуальные проблемы современной науки. – 2014. – № 1 (75). – С. 132.



УДК 574.64+574.21

И.А. Шадрин, Т.В. Васильева

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ОКРЕСТНОСТЕЙ г. КРАСНОЯРСКА МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Почвы с. Зыково по реакциям выживаемости *Paramecium caudatum* и по ингибированию роста корней и проростков семян пшеницы *Triticum aestivum* оценены в основном как токсичные и малотоксичные.

Ключевые слова: *Paramecium caudatum*, *Triticum aestivum*, инфузории, токсичность, биотестирование.

I.A. Shadrin, T.V. Vasilyeva

ASSESSMENT OF TOXICITY SOIL AROUND BY KRASNOYARSK BIOTESTING

Toxicity to soil village Zykov reactions survival *Paramecium caudatum* and inhibition of root growth and seedling seed wheat *Triticum aestivum* evaluated mainly as toxic and low-toxicity.

Key words: *Paramecium caudatum*, *Triticum aestivum*, ciliates, toxicity, bioassay.

Введение. Почвенный покров Земли представляет собой важнейший компонент биосферы. Именно почвенная оболочка определяет многие процессы, происходящие в биосфере. Почвенный покров выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнений. Если это звено биосферы будет разрушено, то сложившееся функционирование биосферы необратимо нарушится. Именно поэтому чрезвычайно важно изучение экологического значения почвенного покрова, его современного состояния и изменения под влиянием антропогенной деятельности.

Приоритетными методами экологического контроля наземных и водных экосистем в настоящее время являются биологические методы, и в частности методы биотестирования [1].

Биотестирование в качестве тест-объектов использует организмы, способные дать интегральную оценку экологической ситуации в экосистеме, т.е. токсичности [2, 3].

Цель работы. Оценка токсичности почв по выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum* и ингибированию роста проростков зерен пшеницы *Triticum aestivum* (сорт Тулунская 12).

Задачи: оценить токсичность почв с. Зыково в окрестностях г. Красноярск по выживаемости *Paramecium caudatum* и ингибированию роста проростков семян пшеницы *Triticum aestivum*; проанализировать пространственно-временную динамику реакций тест-объектов на токсическое воздействие; провести сравнительный анализ результатов токсичности почв по выживаемости *Paramecium caudatum* и по динамике роста проростков семян пшеницы *Triticum aestivum*.

Методы исследования. Пробы почвы отбирались в июне-августе 2012 г. из поверхностного горизонта с глубины 0–30 см со следующих станций на территории с. Зыково (в окрестностях г. Красноярск) (рис. 1): станция 1 – юго-западная часть с. Зыково, непосредственно возле лесного массива, состоящего из хвойных деревьев; станция 2 – северо-западная часть с. Зыково на терри-