

УДК: 543.27.76

**СОДЕРЖАНИЕ 3,4-БЕНЗПИРЕНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ
Г. АЛМАТЫ.**

Канд. биол. наук Г.Д. Садыкова

Представлены данные по содержанию приоритетного канцерогенного вещества 3,4-бензпирена в атмосферном воздухе города Алматы. Рассмотрены сезонные изменения содержания полициклических ароматических углеводородов в воздухе города.

В комплексе проблем охраны окружающей среды от загрязнения антропогенными источниками особая роль принадлежит наиболее вредным и токсичным примесям, действующим на здоровье людей. И в первую очередь химическим канцерогенам, количество и повсеместное распространение которых возрастает во всём мире особенно с развитием теплоэнергетики и металлургической промышленности.

Полициклические ароматические углеводороды обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, среди которых 3,4-бензпирен обладает низким порогом действия. 3,4-бензпирен, как и другие полициклические ароматические углеводороды, выделяется в воздух при сжигании любых видов топлив, даже при сжигании природного газа [1, 3, 5]. Попадая в атмосферу адсорбированным на частицах сажи, пыли или с выхлопными газами, 3,4-бензпирен обнаруживается в высоких концентрациях на больших расстояниях от источников загрязнения. Из воздуха он оседает на почву и прочно связывается с почвенными частицами. Известно, что к числу экологических цепей, по которым возможно поступление 3,4-бензпирен из почвы в организм человека, относятся: почва – сельскохозяйственные растения – животные – человек; почва – растительные продукты – человек; почва – открытый водоем – водные растения – рыба – человек. В условиях мощного химического прессинга на урбанизированных ландшафтах мониторинг за содержанием полициклических ароматических углеводородов в объектах природной среды приобретает все большую актуальность [10].

3,4-бензпирен, отнесён по классификации ВОЗ к 1 классу опасности (вещества чрезвычайно опасные). 3,4-бензпирен принято считать ин-

дикатором канцерогенности конкретной среды, поскольку его наличие подразумевает содержание в ней и других канцерогенных полициклических ароматических углеводородов - бенз(е)пирена, бен(ghi)перилена, 1,2-бензантрацен и др. [11].

Алматы является самым крупным городом РК по численности населения, количеству автотранспорта и промышленных предприятий. Город находится в котловине, загороженный с юга горами Заилийского Алатау, и поэтому очень плохо проветривается. Облако смога, постоянно находящееся над городом делает крайне необходимым постоянный контроль качества воздуха. В Алматы большой автотранспортный парк, выбросы которого в значительной мере загрязняют атмосферу города. Как показывает ряд исследований, выбросы автотранспорта во многих городах мира вносят до 90% загрязнения воздуха. Особенно опасны выхлопные газы автомобилей, не имеющих каталитического нейтрализатора газов, старые и изношенные двигатели. В ряде европейских стран эксплуатация автомобилей, не имеющих каталитического нейтрализатора газов, запрещена в целях защиты воздушного бассейна населенных пунктов. В Алматы автотранспорт в основном старый и поэтому выхлопные газы от таких автомобилей характеризуются высоким содержанием вредных веществ, в том числе и полициклических ароматических углеводородов. При отсутствии проветривания атмосферы города выбросы автотранспорта являются основными загрязнителями воздуха в летние месяцы. В холодное время года двигатели предварительно прогревают, что ведет к увеличению вредных веществ в выхлопных газах.

В Алматы ведется многолетний контроль качества воздуха по ряду загрязнителей, таких как оксиды углерода, азота, серы, пыли, формальдегида, фенола. Ранее проводились исследования воздушной среды некоторых городов Казахстана на содержание 3,4-бензпирена, данные по г. Алматы представлены на рис. 1 и в табл. 1. [6]. Согласно этим данным воздух города Алматы всегда характеризовался высоким содержанием 3,4-бензпирена. Вследствие методической сложности количественного определения полициклических ароматических углеводородов, анализ воздуха на содержание этих приоритетных загрязнителей проводился сначала в Москве и позднее в Ташкенте. Пробы отбирались раз в месяц эпизодически, что не давало возможности объективно анализировать состояние загрязненности воздушного бассейна городов Казахстана этими особо опасными веществами. В центре мониторинга загрязнения природной среды

при РГП «Казгидромет» начаты работы по наблюдению за загрязнением воздуха г. Алматы полициклическими ароматическими углеводородами, что даст возможность получения репрезентативной оценки состояния загрязнения атмосферы.

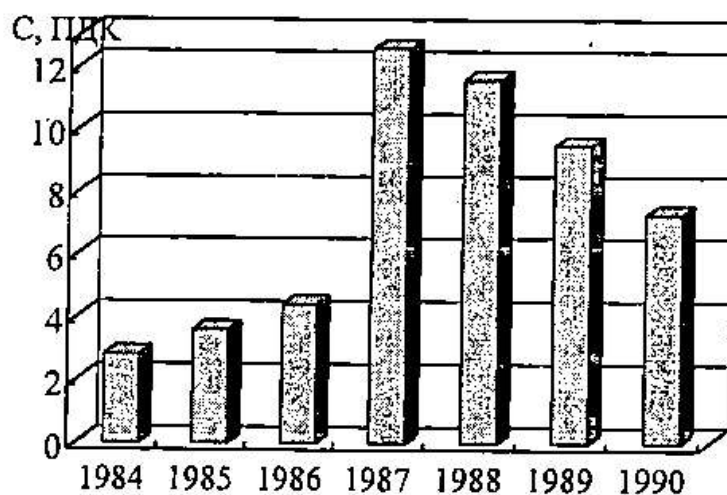


Рис. 1. Содержание 3,4- бензпирена в воздухе г. Алматы в единицах ПДК

По данным многолетних наблюдений полученных в предыдущие годы, можно сделать вывод о том, что воздух г. Алматы отличался высоким содержанием 3,4-бензпирена, а следовательно и полициклических ароматических углеводородов. Максимально разовые концентрации 3,4-бензпирена были зарегистрированы в воздухе г. Алматы 33,5 ПДК в 1988 г. Длительный период с 1992 г. определение содержания 3,4-бензпирена в воздухе населенных пунктов Казахстана не проводилось. Количественное определение содержания полициклических ароматических углеводородов в природных объектах довольно сложная методическая задача, требующая дорогостоящего оборудования. Поскольку ПДК для 3,4-бензпирена очень низкое, то для его определения рекомендованы методы газовой, жидкостной хроматографии и метод квазилинейных спектров люминесценции. Некоторыми исследователями используются другие методы – вольт амперметрическое определение, тонкослойная хроматография, масс-спектрометрия и т.д. [4]. У всех этих методов имеется ряд недостатков. Агентством по охране окружающей среды США принято определение полициклических ароматических углеводородов методами газовой или жидкостной хроматографии высокого давления, как наиболее достоверных и чувствительных. Эти методы также используются в ряде развитых стран в целях контроля содержания полициклических аромати-

ческих углеводов в объектах окружающей среды, особенно в атмосферном воздухе.

Основная задача исследований состояла в определении загрязненности воздуха г. Алматы 3,4-бензпиреном. Обследование проводилось на трех постах, расположенных в различных районах города:

№ 1 – в юго-восточной части города за зданием Казгидромета, классификация – промежуточная городская станция;

№ 12 – в центре города, рядом с основным загруженным проспектом Раимбека, классификация – центральная придорожная станция;

№ 25 – в западной части на окраине города ул. Б. Момыш-улы, довольно населенный район с некоторым промышленным загрязнением, классификация – городская станция.

Отбор проб и дальнейшую пробоподготовку проводили по стандартной методике [8]. Конечные экстракты анализировали на жидкостном хроматографе высокого давления (HPLC) фирмы "Hewlett-Packard" HP1100, укомплектованным УФ- и флуорисцентным детектором. Разделение проводили на колонке 100×2,1 мм ODS Hypersil 3μм фирмы "Hewlett-Packard". Сигналы полициклических ароматических углеводов регистрировали при 290 нм. Количественное определение проводили по стандартной методике [2]. Пробы воздуха на содержание 3,4-бензпирена отбирались на фильтры АФА-15 с использованием аспираторов:

- в течение 20 минут трижды в день на отдельные фильтры объемом 2 м³;
- на один фильтр в течение недели как и в предыдущем случае.

Элюирование полициклических ароматических углеводов с фильтров проводили гексаном. Гексановые экстракты упаривали досуха при комнатной температуре, остаток растворяли в ацетонитриле, очищали ацетонитриловые экстракты на микроколонках с оксидом алюминия и далее анализировали на хроматографе. Полученные данные представлены на гистограммах.

Пост №1 - промежуточная городская станция, находится вблизи автозаправочной станции, окружен частными домостроениями и поэтому характеризуется высокой степенью загрязненности воздуха. Максимально разовая концентрация 3,4-бензпирена на этом посту наблюдалась в августе 2000 г. на уровне 178 ПДК. Причиной столь высоких концентраций 3,4-бензпирена является наличие в районе поста неорганизованных источников загрязнения – сжигание мусора, автозаправочная станция. В целом этот пост можно охарактеризовать как наиболее загрязненный

3,4-бензпиреном, поскольку он находится в фактически не проветриваемом районе в южной части города. Среднемесячные показатели по содержанию 3,4-бензпирена в воздухе колеблются от 0,25 ПДК в сентябре до 21,49 ПДК в ноябре. На рис.2 показано изменение концентраций 3,4-бензпирена в воздухе на посту наблюдения №1.

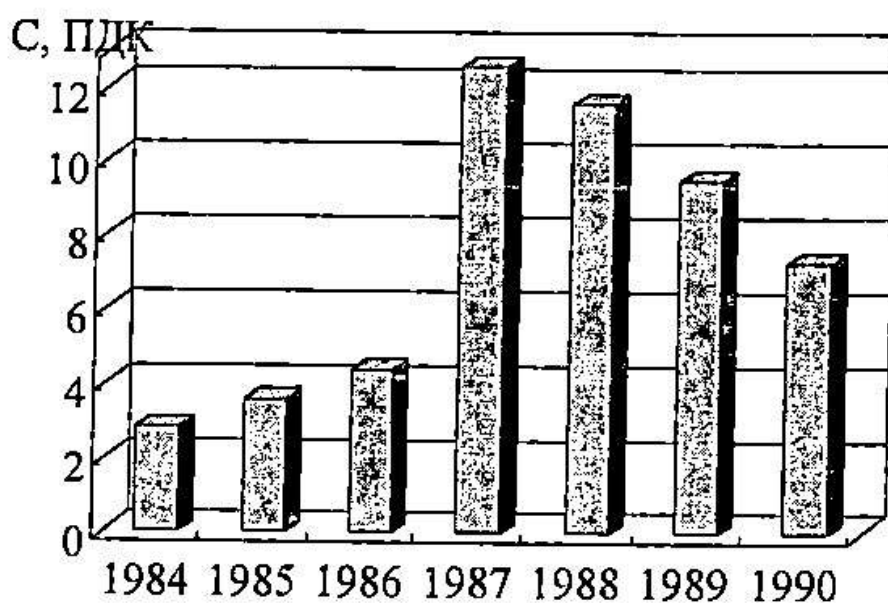
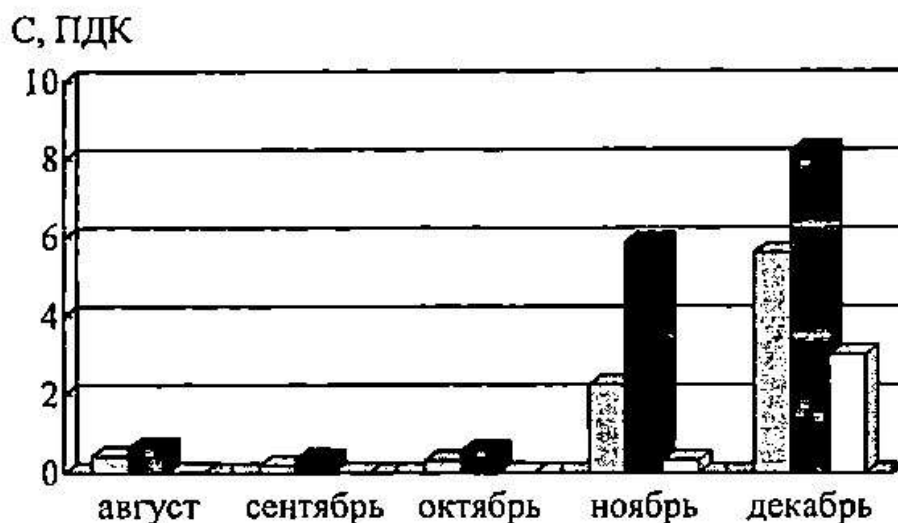


Рис. 1. Содержание 3,4- бензпирена в воздухе г. Алматы в единицах ПДК

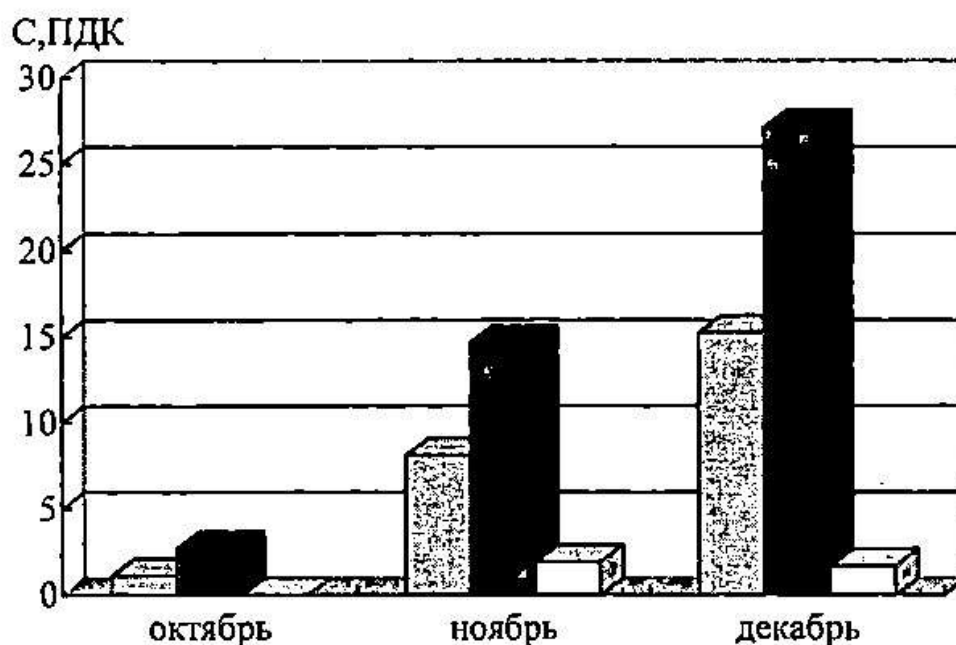
Центральный придорожный пост №12 характеризуется выбросами автотранспорта и теплоэлектростанции ТЭЦ-1, находящейся в этом районе. На рис. 3. представлены данные по содержанию 3,4-бензпирена в воздухе на придорожном посту №12. По представленным данным видно, что здесь наблюдаются сезонные изменения в воздухе концентрации 3,4-бензпирена. Так в теплое время года концентрации 3,4-бензпирена в атмосферном воздухе на этом посту были в пределах нормы – 0,43 ПДК в августе, 0,185 ПДК в сентябре, 0,311 ПДК в октябре. С началом холодов произошло резкое увеличение содержание 3,4-бензпирена в воздухе – 2,24 ПДК в ноябре, 5,6 ПДК в декабре.

Другими организованными источниками загрязнения полициклическими ароматическими углеводородами являются различные объекты, в которых сжигается топливо – котельные, различные отопительные системы частных домовстроений, теплоэлектростанции и др. При переходе к отопительному сезону наблюдается резкое скачкообразное увеличение концентрации 3,4 – бензпирена в воздухе города. Как видно на рис. 4 при начале отопительного сезона происходит увеличение концентрации

3,4 –бензпирена в воздухе в несколько раз. На посту 25 – микрорайон Аксай в октябре 2000 г. содержание 3,4-бензпирена было на уровне 1,1 ПДК, в ноябре месяце произошло резкое увеличение до 8,52 ПДК, в разгар отопительного сезона в декабре концентрация 3,4-бензпирена увеличилась до 15,26 ПДК.



*Рис. 3. Содержание 3,4-бензпирена в воздухе на посту №12 в единицах ПДК
Условные обозначения см. на рис.2*



*Рис. 4. Содержание 3,4-бензпирена в воздухе поста №25 в единицах ПДК.
Условные обозначения см. на рис.2.*

Увеличение концентрации 3,4-бензпирена в микрорайоне Аксай связано с наличием в этом районе частного сектора. Отопление частного сектора автономными печами вносит большой вклад в загрязнение атмосферы. Частные домостроения начинают отапливаться раньше, чем дома центрального отопления и во многих случаях печи в таких домах работают в режиме неполного сгорания топлива. Сжигание топлива при недостатке воздуха приводит к резкому увеличению сажеобразования, а, следовательно, к увеличению выбросов полициклических ароматических углеводородов, в том числе и 3,4-бензпирена, что и наблюдается в микрорайоне Аксай.

Довольно большой вклад в загрязнение атмосферы города вносят и промышленные предприятия, в особенности автозаправочные станции, вблизи которых наблюдается высокое содержание 3,4-бензпирена не зависимо от сезонных изменений. На рис. 5 представлены данные о концентрации 3,4-бензпирена в атмосферном воздухе города Алматы за весь период проведения наблюдений в 2000 г. Среднегодовой показатель содержания 3,4-бензпирена по г.Алматы в 2000 г. – 5,3 ПДК. По сравнению с предыдущими годами содержание 3,4-бензпирена в воздухе г.Алматы осталось попрежнему высоким.

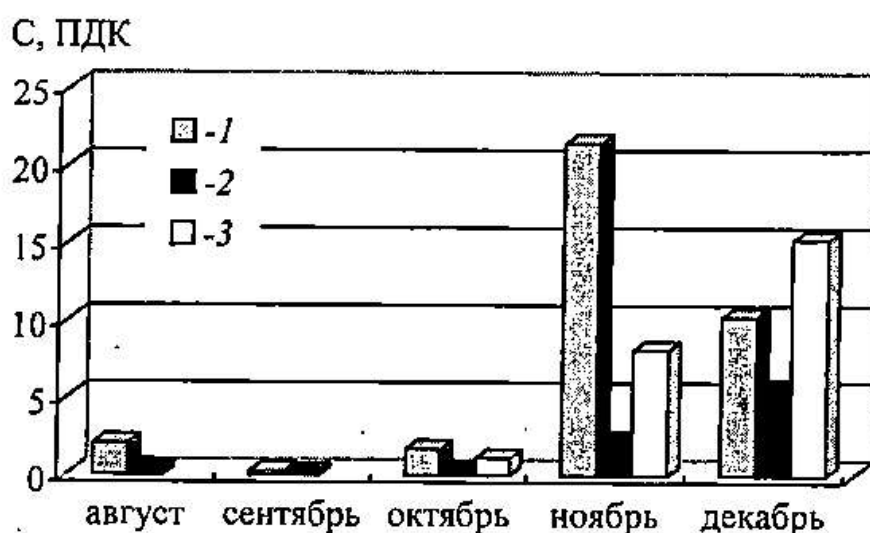


Рис. 5. Содержание 3,4-бензпирена в воздухе г.Алматы в единицах ПДК за 2000 г. 1 - пост №1; 2 - пост №12; 3 - пост №25

На долю 3,4-бензпирена приходится обычно всего 1% от общего количества полициклических ароматических углеводородов в воздухе. Поэтому по полученным данным можно сделать вывод о том, что содер-

жание полициклических ароматических углеводородов в атмосфере города Алматы на самом деле раз в 100 выше и может достигать до 2 мкг/м^3 . Высокий уровень полициклических ароматических углеводородов в атмосферном воздухе характерен для развивающихся стран, где для приготовления пищи и отопления используются дрова или уголь. Например, в Китае в некоторых регионах содержание 3,4-бензпирена достигает до 6 мкг/м^3 , в Индии до 4 мкг/м^3 [12]. В развитых странах максимальный уровень полициклических ароматических углеводородов в атмосферном воздухе городов был в прошлом веке. В настоящее время высокий уровень полициклических ароматических углеводородов в Европе характерен только для промышленных регионов, где производят кокс, и есть металлургические предприятия. Основным источником полициклических ароматических углеводородов на урбанизированных территориях развитых стран является автотранспорт. В атмосфере городов развитых стран содержание полициклических ароматических углеводородов не превышает ПДК, что обусловлено жесткими требованиями к эксплуатации автомобилей и наличию катализаторов в автомобильных двигателях.

Нужно учитывать также способность 3,4-бензпирена накапливаться в почве. Как показали исследования, при поступлении в почву 3,4-бензпирен подвергается разрушению в ходе биологических и химических процессов. Вместе с тем в почве присутствуют бактерии, способные накапливать 3,4-бензпирен. Как показали исследования, при внесении в почву 200 нг/кг 3,4-бензпирена только через 17 месяцев восстанавливается фоновый уровень, характерный для данного района. Остаточное количество 3,4-бензпирена сохраняется в почве длительное время и поэтому при наличии постоянных источников загрязнения происходит его накопление [7, 9]. При высоком содержании 3,4-бензпирена в воздухе города Алматы, следует ожидать его накопления в почве, особенно в районах золоотвалов теплостанций, котельных, автомагистралей и бензозаправочных станций. Необходимо проводить работы по определению содержания полициклических ароматических углеводородов в почвах, так как это является показателем канцерогенности природной среды. В Англии, в настоящее время, содержание полициклических ароматических углеводородов в атмосферном воздухе значительно снизилось по сравнению с 19 веком. Но только в последние 50 лет исследователи этой страны наблюдают снижение концентрации полициклических ароматических углеводородов в почвах, удаленных от городов, деревенских ландшафтов. Это связано с посте-

пенным уменьшением использования и производства кокса, сжигания дров, развитием технологий очистки отводных газов и т.д. Такое загрязнение почв полициклическими ароматическими углеводородами, как и ионами тяжелых металлов, в Европе называют историческим и оно характерно фактически для всех развитых стран.

Загрязнение водных объектов 3,4-бензпиреном обусловлено попаданием сточных вод предприятий и поверхностного стока города. Попадая в водоемы, 3,4-бензпирен перераспределяется между водой и взвесью, а затем, осаждаясь, переходит в донные отложения. Поэтому низкая растворимость в воде и высокая степень адсорбции на взвешенных частицах во многом определяют уровни и концентрации 3,4-бензпирена в поверхностных водах [11]. Вследствие высоких концентраций полициклических ароматических углеводородов в воздухе Алматы следует предполагать наличие этого загрязнение и в водных объектах.

Таким образом, из полученных данных можно сделать вывод о том, что воздух г. Алматы в силу географического положения, метеорологических условий, наличия высокой техногенной нагрузки являлся и является наиболее загрязненным по многим показателям, в том числе и по 3,4-бензпирену. В природной среде Алматы 3,4-бензпирен фактически накапливается. Наблюдается значительное увеличение выбросов полициклических ароматических углеводородов с началом отопительного сезона от стационарных источников. Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха города вносит автотранспорт, загрязнения от которого также увеличиваются с началом холодного времени года. Необходимо проводить исследования других объектов окружающей среды на содержание 3,4-бензпирена – поверхностных вод, почвы, осадков и не только по городу Алматы, но и в других регионах Казахстана. Кроме этого, в зарубежных странах проводится анализ атмосферного воздуха и других объектов окружающей среды на содержание не только 3,4-бензпирена, но и еще 15 приоритетных полициклических ароматических углеводородов. Необходимо проведение подобных анализов и в Казахстане, особенно в г. Алматы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Акопова Г.С., Власенко Н.Л., Гладкая Н.Г. Канцерогенные полициклические углеводороды в окружающей среде и вероятность образования их на объектах газовой промышленности. - М.: ИРЦ ГАЗПРОМ., 1993. - С. 28-35.
2. Анализ воды. Органические примеси. – Germany.: Hewlett-Packard Company, 1994. - С. 93-114.

3. Аничков С.И., Морозов О.В. Оценка влияния выбросов бенз(а)пирена от ТЭС на окружающую среду//Известия академии наук энергетика. -1997. - №5. - С.33-37.
4. Биктимирова Т.Г., Кудашева Ф.Х., Седова О.А., Гильманова Р.С., Новоселов В.Ф. Разработка методики вольтамперометрического определения 3,4-бензпирена в промышленных выбросах// Нефтепереработка и нефтехимия. – 1998. - №9. - С.75-77.
5. Гаврилов А.Ф., Аничков С.Н. Расчет выбросов бенз(а)пирена от паровых котлов малой производительности// Известия Академии Промышленной Экологии РАН. - 1997. - №2 - С. 63-66.
6. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха городов и промышленных центров Республики Казахстан за 1991 г. - Алма-Ата: Изд-во Казгидромет, 1992. – 428 с.
7. Поглазова М.Н., Федосеева Г.Е., Хесина А.Я. О метаболизме 3,4-бензпирен микрофлорой различных почв и отдельными видами организмов// ДАН СССР. - 1971. - Т.198. - №5. - С. 64-68.
8. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М.: Изд-во Госкомгидромет СССР, 1991. - С. 311-318.
9. Токоногий Н.И., Шестопалова Г.Е., Розанова В.Я. Некоторые факторы, определяющие деградацию 3,4-бензпирена в почве// Канцерогенные вещества в окружающей среде. - М., 1979. - С.137-140.
10. Шарифьянова Л.Н., Эстрина Г.Я., Хизбуллин Ф.Ф., Хатмуллина Р.М., Халитов Г.Г.: Тезисы докл./ Конф. «Диоксины: экологические проблемы и методы анализа». – Уфа.: 1995. - С. 86.
11. Эстрина Г.Я., Шеляков О.М., Хизбуллин Ф.Ф., Халитов Г.Г. Мониторинг загрязнения 3,4-бензпиреном различных объектов окружающей среды: Башкортостана// Медицина труда и промышленная экология. - 1997. - №8. - С.35-37.
12. Chemical pollution: A global overview. - Geneva.: UNEP, 1992. – 106 с.

Республиканское государственное предприятие «Казгидромет»

Центр мониторинга загрязнения природной среды.

АЛМАТЫ Қ. АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАСЫНДА 3,4-БЕНЗПИРЕННІҢ БОЛУЫ

Биол. ғылымдарының канд. Г. Садықова

Алматы қаласының атмосфералық ауасында басымды канцерогенді зат 3,4-бензпиреннің болуы мәліметтері ұсынылған. Қала ауасындағы полициклді ароматикалық көмірсутегінің маусымдық өзгерістері қарастырылған.