

по сравнению с другими типами почв. Черноземы южной части западной Сибири содержат в гумусово-аккумулятивном горизонте 12-40 нг/г Hg, болотные низинные -12-43 нг/г, дерново-подзолистые 14-50 нг/г [8].

Среднее содержание Hg составляет 17,5 нг/г. Среднее содержание Hg в почвах приусадебных участков составляет от 19,4±5,5, но в отдельных точках ее содержание может достигать 32,7 нг/г.

На сельскохозяйственных угодьях среднее содержание достигает 16,8 нг/г, максимальное значение превышает среднее в 1,1 раз и составляет 18,5 нг/г. Почвы лесных массивов характеризуются более низким содержанием Hg по сравнению с почвами дачных хозяйств и сельскохозяйственных угодий и составляет 8,75 нг/г, что в 2 раза ниже среднего значения.

Также были рассчитаны и проанализированы кларки концентрации ртути относительно кларков земной коры по Виноградову А.П., по Беусу А.А., Григорьеву Н.А. [4], и относительно кларка почв континентов по Ярошевскому.

Анализируя результаты, наблюдаем, что среднее содержание Hg почвах Шегарского района не превышает кларки земной коры:

- относительно кларка по Виноградову А.П. кларк концентрации составляет 0,67;
- относительно кларка по Беусу А.А. - кларк концентрации составляет 0,58;
- относительно кларка по Григорьеву Н.А. - кларк концентрации 0,29.

Однако наблюдаются превышения относительно кларка почв континентов по Ярошевскому в 1,95 раз.

Данное исследование показало, что природа Hg в почвах Шегарского района имеет скорее природное происхождение нежели техногенное, так как среднее содержание Hg во всех типах почв колеблется в диапазоне от 7,4 нг/г до 32,7 нг/г, что входит в диапазон содержаний, характерных для серых лесных почв Западной Сибири [4].

#### Литература

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06
2. Денисова О.А., Барановская Н.В., Рихванов Л.П., Черногорюк Г.Э., Сухих Ю.И.. Микроэлементы и патология щитовидной железы в Томской области. - Томск: STT, 2011. - 190с.;
3. Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов. Справочник в 6 томах. Том 5. - М.: Экология, 1997 г. - 576 с.;
4. Касимов Н.С., Власов Д.В., Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Н.С. Касимов/ ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 5. ГЕОГРАФИЯ. 2015 - №2. - с.7-17.;
5. Наркович Д.В. Элементный состав волос детей, как индикатор природно-техногенной обстановки территории (на примере Томской области): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, Томский политехнический университет, Томск, 2012г.;
6. ПНД Ф 16.1:2.23-2000 - Определение содержания ртути в почве донных отложениях и горных породах - 2005Г.
7. Рихванов Л.П., Сарнаев С.И., Язиков Е.Г., Почва как депонирующая среда при изучении техногенного фактора воздействия на природу/ Л.П.Рихванов// Проблемы региональной экологии - 1994 г. -№3- с.35-46.;
8. Удоденко Ю.Г. Накопление и распределение ртути в почвах и педобионтах на заповедных территориях (на примере Воронежского и Окского заповедников): диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук/ Удоденко Юрий Геннадиевич; Воронежский государственный университет, Воронеж - 2014г.

### **БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ (*POPULUS BALSAMIFERA L.*) НА ВЫБРОСЫ СОЕДИНЕНИЙ ФТОРА ОТ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Л.А. Дорохова**

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, доцент Д.В. Юсупов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Большинство растений, которые произрастают на урбанизированных территориях, подвергаются антропогенному влиянию. В свою очередь, растения отражают геохимическую специализацию окружающей среды и могут выступать индикаторами её состояния [2]. Многие работы показали, что листья тополей накапливают специфические элементы, источниками эмиссии которых в том числе являются выбросы предприятий теплоэнергетики, алюминиевой, нефтехимической и др. промышленности [4-5].

Цель исследования: изучение реакции листьев тополя на выбросы фтористых соединений в зоне влияния Новокузнецкого алюминиевого завода для оценки воздействия на окружающую среду.

Объектом исследования служили листья тополя бальзамического (*Populus Balsamifera L.*). Листья тополя являются природным биогеохимическим планшетом для атмосферных взвешенных микрочастиц и аэрозолей благодаря особенностям их морфологии и анатомии (шероховатости поверхности, наличию клейкого воска, расположения устьиц на обеих сторонах листовой пластинки). Тополь отличается от других древесных растений быстрым ростом и более частым использованием для озеленения городских территорий.

Новокузнецкий алюминиевый завод (НКАЗ) ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» - пятый по величине завод в России по производству алюминия. Производственный комплекс завода включает в себя: 3 серии электролиза, участок производства анодной массы и литейное отделение. В производстве используется классическая технология производства алюминия Содерберга, использующая электролизеры с самообжигающимся анодом.

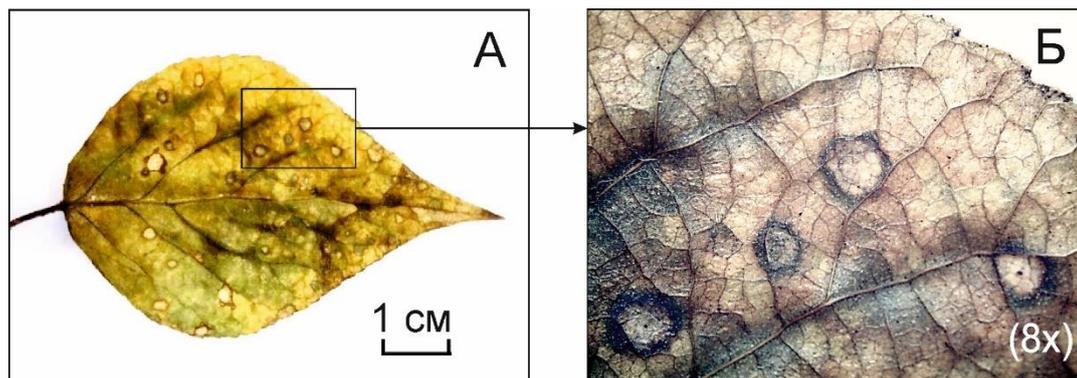


Рис. 1 Проявление хлороза (А) и некроза (Б) на листьях тополя бальзамического как реакция на химическое воздействие кислотообразующих компонентов выбросов Новокузнецкого алюминиевого завода

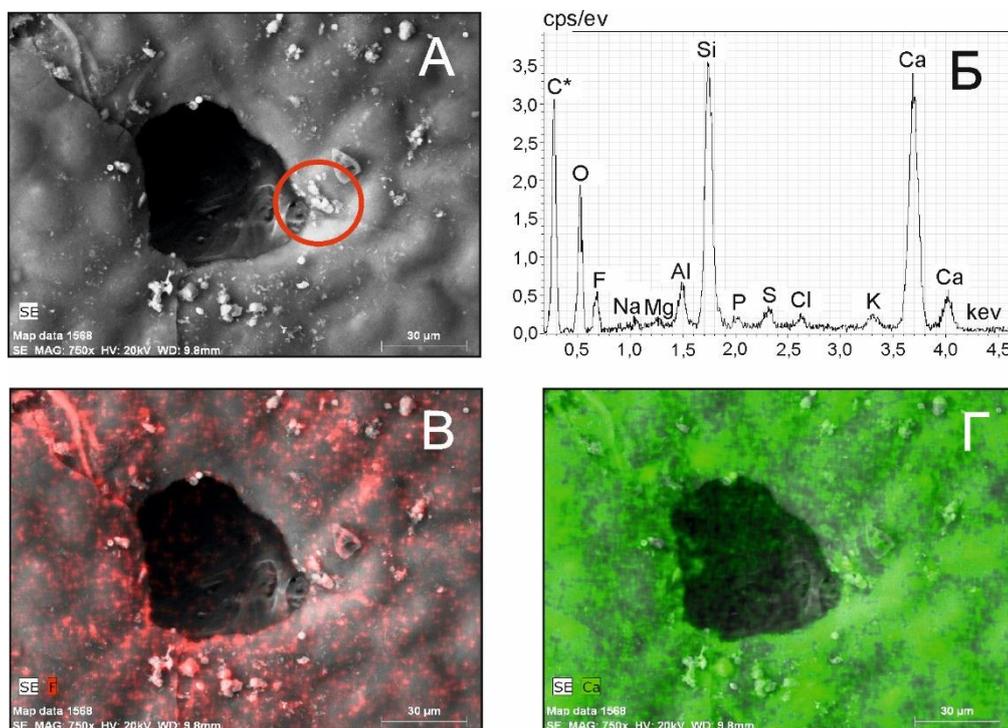


Рис. 2 Фрагмент некрозного участка с инвазивным микроотверстием на адаксиальной стороне листа тополя бальзамического в зоне влияния Новокузнецкого алюминиевого завода: А - общий вид фрагмента в режиме обратно-рассеянных электронов, Б - энергодисперсионный спектр фторсодержащей минеральной фазы (С, О, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca - матричные и примесные элементы), В - распределение фтора по поверхности в режиме картирования, Г - то же - кальция.

Экологической проблемой данного производства являются газообразные выбросы соединений фтора и серы [1], а также отработанная футеровка [6-7]. В состав катода электролизера входят соединения, являющиеся токсичными или вредными из-за наличия фторидных компонентов электролита, а также те соединения, которые образуются во время работы электролизера (цианиды, нитриды, фторид натрия, карбиды, и другие) [3].

В начале сентября 2015 года на территории г. Новокузнецка отобраны 45 проб по сети 2 × 2 км; в зоне влияния НкАЗа - 5 проб. Листья отбирали методом средней пробы на высоте 1,5 - 2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев. Пробы высушивали в крафт пакетах «Стерит» при комнатной температуре. Листья водой не промывали, чтобы сохранить информацию о пылеаэрозольной составляющей пробы.

Образцы листьев исследовали методами электронной микроскопии, для этого брали средние по размерам и форме сухие листья тополя из образцов, отобранных вблизи промышленной зоны НкАЗа. Скальпелем вырезался прямоугольный участок листовой пластики. Далее образец адаксиальной стороной вверх закреплялся на предметном столике с помощью двустороннего углеродного скотча. Изучение листьев тополя проводилось в лаборатории электронно-оптической диагностики в Международном научно-образовательном центре «Урановая геология» Инженерной школы природных ресурсов ТПУ на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Bruker XFlash 4010. Образцы исследовались при низком вакууме в режиме обратно-рассеянных электронов и рентгенспектральным анализом отдельных минеральных фаз, как в точке, так и способом картирования элементного состава поверхности.

Одним из проявлений воздействия фторсодержащих соединений на листья тополя являются хлороз (рис. 1, А) и появление некрозных пятен вследствие химического ожога кислотообразующими соединениями выбросов (рис. 1, Б). Важно отметить, что все листья в образцах были с некротическими изменениями.

Газообразные выбросы фтористого водорода и диоксида серы при взаимодействии с водой (атмосферными осадками, туманом, устьичной транспирации) способны образовывать фторводородную и серную кислоты, которые в свою очередь способны химически воздействовать на листья, разъедая их поверхность, вызывая ожоги. Свидетельством данного процесса является наблюдаемые инвазивные микроотверстия в эпидерме листа с высокой концентрацией фтора вокруг разведенных участков (рис. 2).

Концентрация фтора на краях инвазивных микроотверстий достигает 18 масс. %, на периферии негрозных участков составляет менее 1 масс. %. Диаметр ожоговых некрозных пятен равен 1 - 2 мм, микроотверстий, расположенных в их эпицентре - около 60 мкм.

Таким образом, загрязнение окружающей среды соединениями фтора и серы, связанное с воздействием выбросов от алюминиевых заводов, остается актуальной технологической и экологической проблемой. Проявление хлороза и некрозных пятен с фторсодержащими минеральными фазами на поверхности листьев тополя в зоне влияния НкАЗа является доказательством негативного воздействия выбросов предприятия на компоненты окружающей среды. Изучение распределения и содержания фтора в растительности имеет большое значение для экологии городов, где размещено алюминиевое производство. Результаты исследования продемонстрировали, что листья тополя могут служить биологическим и биогеохимическим индикаторами загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха кислотообразующими компонентами атмосферных выбросов от алюминиевого производства.

#### Литература

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2015 году. - Кемерово, 2016. - 439 с.
2. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листья тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. - № 6. - С. 58 - 63.
3. Савченков С.А., Бажин В.Ю., Феценко Р.Ю. Проблемы утилизации техногенных отходов алюминиевого производства // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2017. - №4. - С. 187 - 193.
4. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Судыко А.Ф. Биогеохимическая индикация территорий с использованием информации об элементном и минеральном составе листьев деревьев // V Межд. научно-практическая конференция «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы» (13-15 сентября 2017). - Воронеж-Севастополь: Изд-во «Научная жизнь», 2017. - С. 207 - 209.
5. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томск. политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. 2016. - Т. 327. - № 6. - С. 25 - 36.
6. Янченко Н.И., Баранов А.Н. Параметры распределения фтора, серы и натрия в Байкальском регионе при производстве первичного алюминия // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия, 2010. - № 2. - С. 56 - 62.
7. Янченко Н.И., Баранов А.Н., Макухин В.Л. Распределение фтора в зоне влияния алюминиевого завода // Экология и промышленность России, 2008. - № 6. - С. 22 - 25.

### **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. НОВОЧЕРКАССКА**

**А.Е. Дудкина**

**Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И.  
Платова, г. Новочеркасск, Россия**

Состояние атмосферного воздуха - важнейший фактор, влияющий на состояние здоровья населения. Особенно актуальна проблема загрязнения атмосферного воздуха для городских поселений за счет концентрации промышленных предприятий, которые являются основными источниками техногенного загрязнения. Конечно необходимо отметить увеличение количества автотранспорта и соответственно увеличение выбросов от транспортных средств. Вследствие, техногенного загрязнения окружающей среды изменяется состояние атмосферного воздуха, что оказывает определяющее влияние на структуру заболеваемости населения. Таким образом, анализ загрязнения атмосферного воздуха является актуальной задачей современных геоэкологических исследований.

Город Новочеркасск, как один из наиболее неблагополучных в экологическом отношении городов Юга России, был включен, приказом Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ №100 от 25.05. 1993 г. в перечень территорий для проведения апробации руководящего документа «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления чрезвычайных экологических ситуаций и зон экологического бедствия». Согласно полученным результатам многолетних исследований [3] для Новочеркаска характерен высокий уровень техногенной нагрузки, в особенности загрязнения объектов окружающей природной среды и питьевой воды, на фоне низкого уровня качества жизни населения обуславливают катастрофическое ухудшение здоровья населения, особенно детской его части.