

УДК 634.630.165 (470.5)

**В.А. Крючков, Л.А. Ладейщикова;**  
(V.A. Krutchkov, L.A. Ladeischikova)  
(Уральский государственный лесотехнический университет)



Крючков Виктор Алексеевич родился 1938 г. В 1960 г. окончил Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского профессор, канд. биол. наук кафедры ботаники и защиты лесов УГЛТУ. Имеет 160 научных работ в области физиологии и биохимии растений, интродукции.



Ладейщикова Любовь Анатольевна родилась 1956 г. В 1993 г. окончила Уральский сельскохозяйственный институт, кандидат сельскохозяйственных наук. В настоящее время директор Уральского сада лечебных культур им. проф. Л.И. Вигорова Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет патент на изобретение и 16 научных работ в области интродукции, селекции, агротехники.

## **АЭРОФОЛИНЫ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ** **AEROFOLINES AS A FACTOR FOR ECOLOGICAL OPTIMISATION OF URBANIZED TERRITORIES (AREAS)**

*Установлено, что зеленые насаждения Урала в процессе метаболизма продуцируют в атмосферу от 105 до 801 кг/га аэрофолинов. Выявлены новые свойства аэрофолинов: способность повышать чувствительность устойчивых патогенных микроорганизмов к антибиотикам и трансформировать газообразные промышленные токсины. Подобран ассортимент растений для озеленения урбанизированных территорий с высокими концентрациями промышленных эмиссий.*

*It was determined that green plantations in the Urals were producing 105-801 kg/ha aerofolines into atmosphere in the process of metabolism. The new properties of stable protogenic microorganisms for antibiotics and transform gaseous industrial toxins – were revealed. The assortment for planting trees and shrubs in urbanized territories with high concentrations of industrial emissions were selected.*

Познание закономерностей накопления и выделения аэрофолинов растениями, популяциями позволит разработать научные основы повышения рекреационной роли зеленых насаждений в урбанизированных районах

условий жизнеобеспечения в эргономических системах, оценить биосферную роль природных химических соединений (экологическую, информационную, генетическую, антимикробную, биофизическую). По расчетам J. Wenta в результате жизнедеятельности растений в атмосферу Земли ежегодно поступает не менее 175 млн т терпеноподобных углеводов. С 1972 г. в Уральском саду лечебных культур им. проф. Л.И. Вигорова разрабатывается новое научное направление – теоретические и практические основы оздоровления окружающей среды летучими веществами растений (аэрофолины - АЭ) (Крючков, 1977).

Использование подспутниковых систем и наземных методов исследования позволило нам установить, что лесными биоценозами и зелеными насаждениями Уральского региона в процессе метаболизма в атмосферу продуцируется от 105 до 801 кг/га аэрофолинов (Крючков, 1981, 1990, 1996; Крючков, Ладейщикова, 1999а; Крючков, Першиков, 1982). Среди летучих веществ 258 интродуцированных в г. Екатеринбурге видов растений идентифицированы аэрофитофармы: группа кумаринов (противоопухолевое, антитромбозное, спазмолитическое, Р-активное, сенсibiliзирующее, антимикробное действие), умбеллиферон (антикоагулирующее действие), цитраль (снижает кровяное давление), камфора (стимулирует сердечную деятельность), гераниол, цитронеллол, линалоол, нерол (психофармакологическое действие), бензальдегидциангидрин (успокаивающее действие на дыхательную систему), салициловый альдегид (антимикробное действие) и аэрофитотоксины: синильная кислота, амины, меркаптаны, бензойный альдегид (Крючков, 1989; Крючков, Новоселова и др. 1988, 1990).

Исследования показали, что растения в процессе метаболизма обладают эндогенным ритмом выделения некоторых альдегидов,  $\alpha$ -пинена, синильной кислоты, определяемым саморегуляцией внутренней среды. Применение корреляционно-регрессивных методов для количественной оценки связи концентрации аэрофолинов (терпены, альдегиды, кумарины, гераниол) с температурой или влажностью показало отсутствие линейной зависимости. Качественный состав летучих метаболитов растений детерминирован, экологические факторы влияют только на их количество. Это позволяет прогнозировать фитонцидную продуктивность отдельных растений и биогеоценозов, которая определяется также количеством фитомассы, состоянием биогрупп подроста, фазой развития, классом бонитета, сомкнутостью насаждений, количеством солнечной радиации, тепла и влаги.

При воздействии промышленных токсикантов у растений экосистем на адаптивной основе интегрируется новый уровень метаболизма, и концентрация аэрофолинов в атмосфере изменяется (Крючков, Новоселова, Степанова, 1990, 1991). Так, при повышении концентрации в воздухе диоксида серы и фторсодержащих соединений наблюдается пропорциональное снижение концентрации HCON у березы повислой соответственно на 27 и 33%. Характер ответных реакций сосны обыкновенной неоднозначен.

При повышении концентрации диоксида серы содержание эфирного масла в хвое пропорционально увеличилось на 37%, при высоких концентрациях фторсодержащих соединений количество эфирного масла снизилось в 1,5 раза. Смещение в соотношении флавонолы/эфирное масло в хвое сосны под воздействием диоксида серы от 3,0 в зоне высокой концентрации токсикантов до 1,7 в зоне низкой концентрации может быть использовано как индикатор (Крючков, Новоселова, Степанова, 1988) для оценки загрязнения окружающей среды.

Нами установлено, что концентрация летучих кумаринов в воздухе березовых насаждений составляет 1,9-4,6% от общей суммы кумаринов в растении. В период окончания ростовых процессов и перед опадением листьев содержание кумаринов достигает максимума. Экспериментально доказано, что береза повислая в зоне источника фторсодержащих промышленных выбросов Полевского криолитового завода обладает большой емкостью поглощения и нейтрализации токсикантов. Так, за вегетационный период в листьях березы депонируется большое количество свободного фтора – 300 мг/кг, а в летучих выделениях березы в 2 раза увеличивается содержание кумаринов.

Активными аккумуляторами фтора и устойчивыми в зоне действия фтористых соединений являются тополь бальзамический (480 мг/кг свободного фтора), рябина обыкновенная (500 мг/кг), калина обыкновенная (290 мг/кг) и черемуха обыкновенная (320 мг/кг).

Проведенные ранее исследования показали (Крючков, Новоселова и др. 1983), что в зоне сильного повреждения фторидами (1-3 км от источника выбросов) в плодах рябины содержалось фтора 14 мг/кг, в малине – 80 мг/кг. Если в зоне среднего повреждения (3,5-7,0 км) в плодах калины содержалось 3 мг/кг, крыжовника – 5, красной и черной смородины – 12, то в зоне слабого повреждения (8-15 км) в ягодах черной смородины фтора 1 мг/кг, рябины – 3, малины – следовые количества. Накопление фтора в картофеле, капусте, моркови показывает, что концентрация его в 2-20 раз превышает предельно допустимую. Создавать промышленные плантации плодово-ягодных и овощных культур в зоне фтористых выбросов до 10 км от завода не рекомендуется.

Амины, являющиеся характерными для березы повислой экзометаболитами, не выявлены в воздушной среде в зоне промышленных выбросов высоких концентраций  $\text{SO}_2$  и HF. Возможно, эти соединения, обладая высокой солеобразующей способностью, соединяются с промышленными токсикантами с кислотными свойствами. В воздухе березняков осоково-сфагнового и разнотравно-вейникового (контроль) максимальная концентрация аминов достигает 154,8 и 62 мкг/м<sup>3</sup>. Высокое содержание аминов характерно для аэрофолинов боярышника перистонадрезанного – 810, жимолости татарской – 459 мкг/м<sup>3</sup>. Данные растения рекомендуется использовать при озеленении в зоне промышленных выбросов с кислотными свойствами.

Выполненные исследования позволили разработать ассортимент растений, состоящий из 9 видов деревьев и 3 видов кустарников для озеленения различных зон загрязнения фторидами.

Нами выявлено, что летучие соединения способны повышать чувствительность устойчивых к антибиотикам штаммов патогенных микроорганизмов, что открывает возможность их использования в эргономических системах (Крючков, Корякова, Желамская, 1979); 56% изученных нами видов растений продуцируют АЭ, угнетающие рост *Staphylococcus aureus* 209, 15% - *Pseudomonas aeruginosa*, 11% - *Proteus vulgaris*, 18% - все указанные выше патогенные микроорганизмы.

При реконструкции и создании рекреационных зеленых объектов (микросады, лесопарки, скверы) г. Екатеринбурга должны внедряться растения, обогащающие атмосферу аэрофолинами, эффективными против широко распространенных антибиотикоустойчивых бактерий, а также способные трансформировать преобладающие промышленные выбросы с кислотными свойствами (Крючков, 1989; Крючков, Ладейщикова, 1999 а,б). Наибольшей бактерицидностью по отношению к широко распространенным антибиотикоустойчивым возбудителям гнойной инфекции обладают сосновые, еловые, березовые насаждения, орех маньчжурский, тополь бальзамический, рябинник рябинолистный, сосна сибирская кедровая, лиственница Сукачева. На основании фармакологической активности аэрофилинов в пригородных лесах выделены зоны с направленным физиологическим действием (гипотензивное, бронхолитическое, спазмолитическое, кроветворное, Р-активное) и высокой бактерицидностью.

Для озеленения территории с повышенным мутагенным риском рекомендуется 10 видов древесно-кустарниковых растений из семейства *Rosaceae*, синтезирующих антимутагены.

В настоящее время в Уральском саду лечебных культур им. проф. Л.И. Вигорова создан микросад, прообраз будущих лечебных садов и парков, содержащий генофонд 105 интродуцированных фитонцидных видов, в том числе 52 формы декоративных яблонь (пирамидальные, махровоцветные, плакучие, краснолистные и др.).

Исследования качественного состава, количества и биосферной роли аэрофилинов растений продолжаются.

### Библиографический список

Крючков, В.А. Фитонциды как фактор оптимизации биосферы [Текст] / В.А. Крючков // Фитонциды. Роль в биогеоценозах, значение для медицины. - Киев: Наукова думка, 1981. - С. 75-79.

Крючков, В.А. Рекреационное фитотерапевтическое озеленение [Текст] / В.А. Крючков // Оптимизация ведения лесного хозяйства в лесах рекреационного назначения. - М., 1989. - С. 81-83.

Крючков, В.А. Аэрофолины как фактор оптимизации биосферы [Текст] / В.А. Крючков // Фитонциды. Бактериальные болезни растений: матер. конф. Ч. I. - Киев, 1990. С. 53.

Крючков, В.А. Аэрофолины как фактор оптимизации биосферы [Текст] / В.А. Крючков // Формирование лесного кадастра, системы плат за лесопользование и аренды лесов Урала. - Екатеринбург: УрО РАН, 1996. - С. 77-80.

Крючков, В.А. Антимикробная активность растений Среднего Урала [Текст] / В.А. Крючков, Н.О. Корякова, И.Б. Желамская // Восьмое совещание по проблеме фитонцидов. - Киев: Наукова Думка, 1979. - С. 32-33.

Крючков, В.А. Аэрофолины как фактор оптимизации городской среды [Текст] / В.А. Крючков, Л.А. Ладейщикова // Матер. совещ. по проблемам интродукции хвойных растений в России. - Сочи, 1999а. - С. 38-39.

Крючков, В.А. Генофонд древесных растений Уральского сада лечебных культур им. проф. Л.И. Вигорова [Текст] / В.А. Крючков, Л.А. Ладейщикова // Матер. междунар. конф. «Проблемы дендрологии на рубеже XXI века». - М., 1999б. - С. 185-186.

Крючков, В.А. Изменение физико-биологических показателей растений – индикатор загрязнений окружающей среды [Текст] / В.А. Крючков, Г.Н. Новоселова, И.П. Степанова // Биотехнологические и химические методы охраны окружающей среды: тез. докл. Всесоюз. симпоз. - Самарканд, 1988. С. 41.

Крючков, В.А. Летучие метаболиты в зоне действия промышленных токсикантов [Текст] / В.А. Крючков, Г.Н. Новоселова, И.П. Степанова // Фитонциды. Бактериальные болезни растений: матер. конф. Ч. I. - Киев, 1990. - С. 56.

Крючков, В.А. Влияние промышленных выбросов на содержание флавонолов сосны обыкновенной [Текст] / В.А. Крючков, Г.Н. Новоселова, И.П. Степанова // Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов: тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. - М., 1991. - С. 49-50.

Крючков, В.А. Биологические активные вещества в хвое сосны обыкновенной различного географического происхождения на Среднем Урале [Текст] / В.А. Крючков, Г.Н. Новоселова, И.П. Степанова и др. // Лесоведение. - 1988. - № 4. - С. 86-89.

Крючков, В.А. Аэрофолины растений как фактор оптимизации воздушной среды [Текст] / В.А. Крючков, Г.Н. Новоселова, И.П. Степанова и др. // Растения и промышленная среда: тез. докл. I Всесоюз. конф. - Днепропетровск, 1990. - С. 220-221.

Крючков, В.А. Качество плодов, ягод, овощей, выращенных в зоне промышленных выбросов криолитового завода [Текст] / В.А. Крючков, Г.Н. Новоселова, И.П. Степанова, Т.Н. Суменкова, И.В. Ставищенко // Продовольственные ресурсы и рациональное питание населения Крайнего Севера. - Новосибирск, 1983. - Ч. II. - С. 27.

Крючков, В.А. К вопросу использования аэрокосмической информации для оценки здоровья человека. Космические исследования антропоэкологической ситуации Сибири и Дальнего Востока [Текст] / В.А. Крючков, В.П. Першиков // Матер. I Всесоюз. совещ. по космической антропоэкологии. - Новосибирск, 1982. - С. 91.



УДК 630.323

**А.Л. Агафонова, Л.И. Аткина, Г.В. Агафонова**  
(A.L. Agafonova, L.I. Atkina, G.V. Agafonova)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Агафонова Александра Леонидовна родилась в 1985 г. В 2007 г. окончила УГЛТУ, аспирант кафедры ландшафтного строительства. Опубликовано 1 печатная работа в области городского озеленения.



Аткина Людмила Ивановна родилась в 1957 г. В 1980 г. окончила УрГУ им. А.М. Горького. Доктор наук, профессор, зав. кафедрой ландшафтного строительства. Опубликовано более 60 работ в области лесоводства, лесной таксации и озеленения.



Агафонова Галина Виленовна родилась в 1958 г. В 1982 г. окончила УЛТИ. Кандидат наук, доцент кафедры ландшафтного строительства. Опубликовано более 30 работ в области лесоводства, лесной селекции и озеленения.

## **САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСАДОК ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ НА ЦЕНТРАЛЬНЫХ УЛИЦАХ г. ЕКАТЕРИНБУРГА**

**(SANITARY STATE OF LINDEN PLANTATIONS ON THE KI-  
ROVSKY AND ORDZHONIKIDZEVSKY DISTRICTS CENTRAL  
STREETS OF EKATERINBURG)**