

## АНАЛИЗ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ ЛИШАЙНИКОВОЙ ФЛОРЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МИНСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ (МКАД)

П. В. ЖУМАРЬ, А. В. ТАРАНЧУК, Н. К. ЧЕРТКО  
Белорусский государственный университет

Минская кольцевая автомобильная дорога (МКАД) была построена в 1963 г. Ее длина составляет 56,3 км. Она соединяет автодороги, выходящие из Минска по основным радиальным направлениям. В 2004 г. была завершена реконструкция дороги, в результате которой она приобрела две полосы, по каждой из которых движение организовано в три ряда. На всем ее протяжении на пересечении с другими дорогами организовано 27 транспортных развязок, в том числе 8 с дорогами республиканского и международного значения и 39 перекрестков. Данная дорога принимает на себя основной транзитный транспортный поток, идущий через город. По этой причине создается реальная опасность загрязнения ландшафтов, прилегающих к дороге, ингредиентами, входящими в состав выбросов автотранспорта, средствами ухода за дорогами.

В г. Минске автотранспорт является основным источником выбросов в атмосферу, причем большей частью от легковых автомобилей. Его доля составила порядка 80 % от всего валового объема выбросов. В целом по городу выброс составил 190000 т, в том числе от передвижных источников – 155000 т.

Наиболее возвышенные участки МКАД находятся в западной ее части, где абсолютные отметки высот достигают 250–280 м. К югу рельеф понижается, и в пойме р. Свислочь ниже плотины Чижовского водохранилища отметки не превышают 155 м.

Климатические условия МКАД формируются под воздействием влажного атлантического воздуха. Особенно велика роль циркуляционного фактора в зимний период, летом же усиливается радиационный. Благодаря этому в г. Минске создается неустойчивый режим погоды. Преобладают ветры западных направлений, наименьшая повторяемость у ветров северо-восточных направлений. В теплое время года наибольшей повторяемостью отличаются западные и северо-западные ветры. В осенне-зимнее время доминирует южная составляющая. Таким образом, чистые зоны практически отсутствуют.

Средняя температура воздуха в Минске за январь составляет  $-6,9^{\circ}\text{C}$ , а за июль  $+17,7^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум температуры воздуха зафиксирован на отметке  $+35,0^{\circ}\text{C}$ , а минимум  $-39,1^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность периода со среднесуточной температурой выше  $0^{\circ}\text{C}$  составляет 231 сут. Длительность вегетационного периода – 186 сут. Безморозный период продолжается 152 сут.

Среднее годовое количество осадков составляет 698 мм. В годы с повышенным увлажнением осадков выпадает более 775 мм, а в засушливые годы – менее 360 мм. Наиболее обильным на осадки месяцем является июль (81–200 мм).

Почвенный покров в районе МКАД формировался в результате совокупного действия геоморфологических, климатических и биотических факторов, изменяясь в последующем под действием техногенного фактора. Основные почвы в районе автодороги относятся к дерново-подзолистому типу. Торфяные и другие органические почвы ограничены по площади и находятся, главным образом, в поймах.

Исходя из климатических условий и закономерностей поведения пылевых и газовых примесей в атмосфере, нами были выбраны для исследования четыре участка зоны влияния МКАД на прилегающие ландшафты, по одному в северном, восточном, южном и западном ее секторах. При их выборе учитывалось наличие крупных массивов древесных насаждений или фрагментов естественных лесов, т. е., территории с наибольшей вероятностью произрастания лишайников.

Методологическую основу наших исследований составляют современные представления о роли и значении биогенных и водно-миграционных потоков вещества в функционировании ландшафтно-геохимических систем. В результате хозяйственной деятельности воздух загрязняется пылью, выбросами токсичных газов, других соединений различной природы, губительных для лишайников. Это приводит либо к полному исчезновению лишайников и образованию так называемых «лишайниковых пустынь» вокруг ряда промышленных предприятий, либо к значительному обеднению в таких местах с большей концентрацией автомобильного транспорта, либо к загрязнению привела к использованию в видового состава этих организмов. Подобная реакция лишайников на загрязнение привела к использованию в индикации и мониторинге загрязнения среды. В силу ряда своих биологических особенностей (нет корней в наземной системе, отсутствует система регулирования поступления в их слоевища веществ из среды) лишайники получают элементы минерального питания главным образом из атмосферы в отличие от сосудистых растений, получающих их из почвы. Факт наличия таких механизмов привел в свое время к более широкому научному интересу к лишайникам как к суррогатным рецепторам атмосферных выпадений и использованию их как биоиндикаторов загрязнения среды.

На исследуемой территории преобладают листоватые и однообразнонакипные лишайники. Анализ лишайниковых группировок проводился в зависимости от породы дерева и степени загрязнения атмосферного воздуха. Максимальное видовое богатство лишайников характерно для берёзы, осины, рябины и сосны. Преобладающим является лишайник *Xanthoria*.

Сводные данные приведены в следующей таблице:

Объект	Растительность	Расстояние от МКАД, м	Высота поселения, м	Проективное покрытие, %
«Малиновка-4»				
Т-40	Осина, берёза	35	До 1	Ок. 20
Т-42-80	Берёза	120	" 2	80-95
Т-43-81	Дуб	220	" 1,5	80-90
«Ландера»				
Т-3-39	Осина	25	До 4	Ок. 40
Т-2-38	Дуб, осина	50	" 3	85-90
Т-1-37	Осина, рябина	250	" 3	Ок. 20
«Ангарская-4»				
Т-11-47	Осина	10	До 3	Ок. 20
	Берёза		" 1,5	" 40
				(на высоте до 50 см – ок. 100)
Т-12-48	Сосна		" 0,3	Ок 50
	Осина	10	" 1,5	" 20
Т-13-49	Сосна	120	" 2	Д 5
				(на высоте до 20 см. – ок 90)
«Уручье»				
Т-35-72	Берёза, ива	125	До 2	Ок. 30
Т-36-73	Берёза	300	" 2,5	20-30
	Сосна		" 2	10-20

Как видно из таблицы, высота зарастания деревьев колеблется от 30 см до 4 м. Эта величина изменяется в зависимости от вида-хозяина, его физиологического состояния и расстояния от дороги. Так, у осины этот показатель максимален и составляет 1,0–4,0 м, а у сосны – 0,3–2,0 м. Увеличение высоты зарастания происходит по мере удаления от МКАД.

Проективное покрытие является максимальным на расстоянии 120–125 м от МКАД, где оно порой достигает 100%. По мере удаления от дороги оно снижается до 5–20%. На наш взгляд, такое положение вызвано стрессовым состоянием всех растений, в том числе и лишайников. Так, у высших растений на расстоянии до 30 м от МКАД отмечался ряд патологических морфофизиологических признаков: усыхание ветвей не только нижних, но и средних ярусов, а также вершин; наличие некрозов и хлорозов на листьях и т. д. По мере удаления от МКАД названные признаки постепенно исчезали параллельно с ростом проективного покрытия лишайников, который обусловлен, в свою очередь, снижением защитных функций высших растений вследствие активного техногенного воздействия в зоне влияния МКАД. По мере удаления от дороги число здоровых организмов растёт, которые более способны сопротивляться развитию эпифитной растительности, чем вызвано снижение проективного покрытия лишайников.

Лишайниковые слоевища чаще всего имеют морщинистую, неровную и пористую поверхность, что, конечно, увеличивает их возможность для улавливания и поглощения взвешенных в атмосфере частиц, включая радионуклиды. Талломы лишайников имеют и значительное по объёму межклеточное пространство. Например, у *Xanthoria parietina* оно составляет 18%.

Имеются свидетельства, что представители отдельных видов лишайников более толерантны к высоким внутриклеточным концентрациям ионов металлов в сравнении с другими видами, но специфичные клеточные механизмы, которые обеспечивают такую толерантность, пока еще неизвестны.

Установлено, что стратегия избегания токсичного действия металлов у разных видов лишайников неодинакова. У представителей токситолерантного вида *Xanthoria parietina* механизмом защиты клеток от токсичного действия Pb и Zn служит образование комплексов с ионами металлов. В *Xanthoria* металлы осаждаются на стенках клеток грибных гиф через образование карбоксильных групп. Гипераккумуляция металлов есть следствие наличия реактивного механизма с органическими кислотами, вырабатываемыми лишайниками, а толерантность к металлам достигается пассивным образованием комплексов. Вероятно, толерантность к металлам и их гипераккумуляция представляют собой генетически независимые свойства организмов, что было показано на сосудистых растениях.