

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ НА ДВЕ ФОРМЫ ЕЛИ КОЛОЧЕЙ

Особой популярностью в системе озеленения пользуются хвойные вечнозеленые растения, которые круглый год очень декоративны и выполняют важные санитарно-гигиенические функции [1,2,3].

Для озеленения городов с повышенным фоном техногенного загрязнения обычно рекомендуют использовать ель колючую (*Picea pungens* Engelst.), особенно ее голубую форму — *f. glauca*. В отличие

от других хвойных пород этот вид ели лучше переносит запыленность и задымленность атмосферы. В то же время нормальный рост и развитие ели колючей в большей степени, чем, например у сосны, зависят от почвенных условий. Ель не переносит недостатка кислорода в почве и застойного увлажнения [4,5]. При правильном и своевременном уходе ель колючая в городской черте отличается хорошим жизненным состоянием и прекрасно выполняет декоративные и санитарно-гигиенические функции, включая способность еловых насаждений увеличивать влажность воздуха, уменьшать доступ ветра, понижать температуру воздуха и почвы в летний период, интенсивно продуцировать фитонциды, осаждают пыль и аккумулировать вредные вещества [3,5].

К воздействию промышленного загрязнения ель колючая устойчива до определенных пределов. Длительное влияние техногенного загрязнения в условиях конкретного промышленного предприятия приводит к ослаблению жизненного состояния елей, что сопровождается преждевременным опадением хвои, изреживанием кроны, нарушением четкого геометрического рисунка расположения побегов, повреждением хвои хлорозами и некрозами, изменениями в метаболизме [6]. Поэтому, прежде чем вводить в систему озеленения ель колючую, необходимо экспериментально изучить ее устойчивость к конкретным условиям произрастания.

Мы изучали влияние техногенного загрязнения среды на две формы ели колючей — *f. viridis* и *f. glauca*, произрастающие на промышленной площадке крупного металлообрабатывающего предприятия г. Самары. Загрязнение среды в районе исследований характеризуется наличием пыли различного состава, окиси углерода, двуокиси углерода, серы, азота, фенола, сероводорода, углеводородов, тяжелых металлов и других токсичных веществ, способных оказать отрицательное воздействие на все живое, в том числе и на растения.

Влияние техногенного загрязнения на объект исследований рассматривали комплексно, изучая различные стороны жизнедеятельности ели колючей: жизненное состояние растений, ростовые процессы, изменение анатомического строения хвои, ее повреждаемость, накопление в хвое сухого вещества и зольных элементов. Все эти показатели анализировали в сравнении с контролем, в качестве которого служили ели того же вида, формы и возраста из дендрария ботанического сада Самарского госуниверситета и загородного парка г. Самары.

При изучении жизненного состояния ели колючей формы не выделяли и использовали шкалу категорий жизненного состояния деревьев по ха-

рактистике крон, предложенную В.А.Алексеевым [7]. Шкала содержит пять основных категорий: I – здоровое дерево; 2 – поврежденное или ослабленное дерево; 3 – сильно поврежденное или сильно ослабленное дерево; 4 – отмирающее дерево; 5а – свежий сухостой; 5б – старый сухостой. Кроме основных категорий, мы отмечали градации промежуточного состояния – 1,5; 2,5; 3,5, что допускается при использовании шкалы В.А.Алексеева и делает ее более точной.

Основанием для определения категорий жизненности является совокупность нескольких основных признаков, к которым относятся показатели густоты кроны, изреживания кроны, повреждения хвои, преждевременное их опадение, усыхание кроны и некоторые другие признаки.

Информация шкалы не предназначена для индикации причин, вызвавших то или иное состояние деревьев. Для их уточнения мы исследовали жизненное состояние контрольных растений. И только на основе сравнительного анализа решали, в какой степени промышленное загрязнение среды является причиной снижения жизненности ели колючей, произрастающей на промышленной площадке предприятия. Здесь имеются как средневозрастные, 20–25 лет, так и молодые, 8–10 лет ели. Для молодых деревьев даже в контроле характерно некоторое снижение жизненного состояния, хотя основная масса деревьев относится к категории I, но отмечены три дерева из категории 2 и пять деревьев из категории 3 (загородный парк). В условиях промплощадки снижение жизненности более существенное, появляются особи из категорий 3,5; 4 и 5а (рис.1а), то

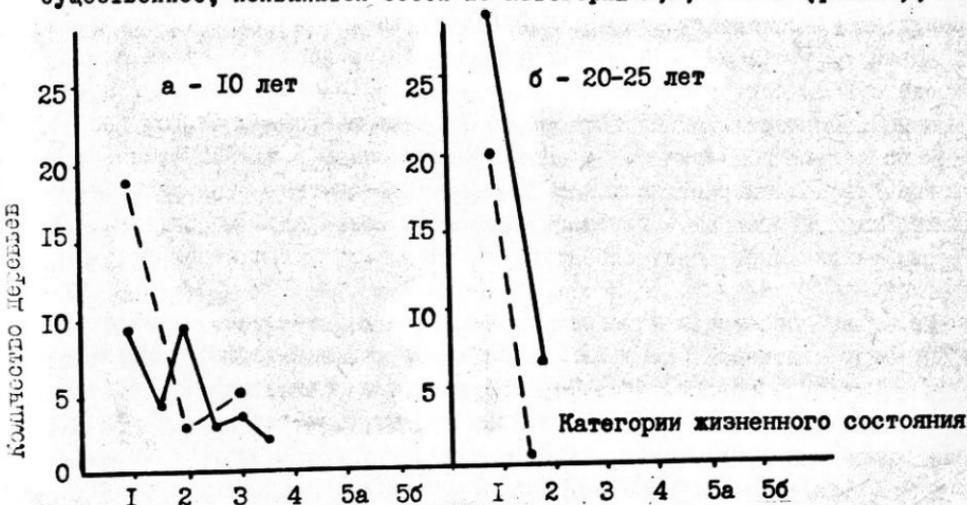


Рис.1 а,б. Количественное распределение деревьев ели колючей по категориям жизненности: Контроль _ _ _ _ Опыт _____

есть ослабленные, сильно ослабленные и даже отмирающие деревья. Молодые растения из ботанического сада имеют очень высокое жизненное состояние, что, очевидно, связано с более благоприятными почвенными условиями, микроклиматом и уходом, чем в загородном парке.

Средневозрастные ели более устойчивы к неблагоприятным факторам среды. В контроле (загородный парк и ботанический сад) они полностью соответствуют категории I. Ели с промышленной площадки практически не снижают жизненного состояния, не теряют декоративности; 30 из 36 обследованных деревьев относятся к категории I, остальные к категории I,5 (рис. 16). Средневозрастные ели, достаточно давно произрастающие в условиях хронического техногенного загрязнения, адаптируются к данному фактору, сохраняя высокое жизненное состояние, что позволяет им эффективно выполнять декоративные и санитарно-гигиенические функции. Разница в жизненном состоянии молодых и средневозрастных елей может быть связана и с их расположением на территории предприятия. Молодые ели высажены на так называемой второй линии, где расположены основные производственные цеха и загрязнение среды максимально, а средневозрастные ели сосредоточены на первой линии, возле заводоуправления, где располагаются и другие административные здания.

Все остальные показатели средневозрастных елей рассматривали отдельно у форм *viridis* и *glauca*. Анализируя состояние годичных побегов ели, учитывали изменения некоторых количественных показателей. Оказалось, что формы ели колочей несколько различаются по реакции на воздействие техногенного загрязнения окружающей среды. Так, у ели *f. viridis* длины годичного прироста в опыте и контроле практически не различались, а у *f. glauca* годичный прирост в опытном варианте был достоверно больше контрольного. Толщина годичного побега не менялась у обеих форм в опыте и контроле, но у них отмечено достоверное снижение длины хвои в опытных вариантах. Количество хвои на годичном приросте в опыте и контроле было близким, но формы различались между собой: у *f. viridis* хвоя более густая (табл. I).

Детальное обследование хвои у обеих форм ели колочей, произрастающей на промплощадке предприятия, показало наличие характерных повреждений, которые практически отсутствуют у хвои елей того же возраста из ботанического сада (контроль). Во-первых, это точечные хлорозы, расположенные по граням хвои, имеющих четырехгранную форму сечения; во-вторых, обширные поля, захватывающие значительную площадь граней.

Таблица I

Влияние промышленного загрязнения
на ростовые процессы у ели кольчей^М

Вариант. Показатель	<i>f. viridis</i>		<i>f. glauca</i>	
	контроль	опыт	контроль	опыт
1	77,13 ± 5,16	71,33 ± 3,59	67,86 ± 2,75	96,83 ± 5,97
2	131,25 ± 16,96	107,17 ± 3,68	110,57 ± 7,09	96,83 ± 5,97
3	19,60 ± 0,24	18,60 ± 0,21	18,95 ± 0,33	17,16 ± 0,22
4	2,08 ± 0,12	2,06 ± 0,06	1,78 ± 0,07	1,77 ± 0,05

Примечание. 1 - длина годовичного побега, мм; 2 - количество хвоинок; 3 - длина хвоинок, мм; 4 - толщина годовичного побега, мм.

хвой; в-третьих, на ребрах хвой, состоящих из 3-4 продольных рядов клеток, отмечены некрозы, поражающие часть продольных клеточных рядов эпидермиса (эти некрозы анастомозируют); в-четвертых, отмечены очень характерные кольчатые и полукольчатые некрозы, охватывающие хвою кольцом или полукольцом мертвых клеток эпидермиса и части мезофилла. Расположены они, чаще всего, в середине и ближе к кончику хвой. Все эти повреждения хвой присущи елям с промплощадки предприятия и практически отсутствуют у контрольных растений, что позволяет предположить один и тот же фактор, их вызывающий, а именно - техногенное загрязнение среды.

Анатомическое строение хвой изучали на поперечных прижизненных срезах. При этом учитывали диаметр центрального проводящего цилиндра, толщину эпидермиса, толщину наружной стенки клеток эпидермиса, толщину гиподермы и количество клеток эпидермиса на единицу (1 мм²) поверхности хвой.

Центральный проводящий цилиндр хвой форм *glauca* и *viridis* имел идеально круглую форму, поэтому для характеристики его размеров было достаточно измерения диаметра. Для ели *f. viridis* характерно достоверное увеличение диаметра центрального цилиндра хвой, для *f. glauca* - уменьшение этого показателя по сравнению с контролем. Толщина эпидермиса оставалась неизменной у обеих форм, а толщина его наружной стенки достоверно увеличивалась у формы *viridis*. Толщина гиподермы не изменялась, а количество клеток эпидермиса на единицу поверхности хвой несколько снижалась только у формы *glauca* (табл.2).

Таблица 2

Влияние промышленного загрязнения
на анатомическую структуру хвои ели колючей

Вариант Показатель	<i>f. viridis</i>		<i>f. glauca</i>	
	контроль	опыт	контроль	опыт
1	0,3280 ± 0,0039	0,3430 ± 0,0016	0,2710 ± 0,0044	0,2540 ± 0,0029
2	0,0075 ± 0,0003	0,0071 ± 0,0004	0,0073 ± 0,0003	0,0078 ± 0,0003
3	0,0064 ± 0,0004	0,0078 ± 0,0002	0,0062 ± 0,0003	0,0059 ± 0,0004
4	0,0167 ± 0,0003	0,0155 ± 0,0006	0,0160 ± 0,0005	0,0160 ± 0,0006
5	457,50 ± 19,990	482,20 ± 25,760	467,80 ± 18,890	480,00 ± 18,490

Примечание: 1 - диаметр центрального цилиндра; 2 - толщина эпидермиса; 3 - толщина наружной стенки эпидермиса; 4 - толщина гиподермы; 5 - количество клеток эпидермиса/мм².

Под воздействием техногенного загрязнения среды внутренняя структура хвои определенным образом меняется, хотя и не очень значительно. В строении эпидермиса хвои увеличиваются черты ксероморфизма (утолщение стенок клеток эпидермиса, уменьшение их размеров); изменяются размеры центрального цилиндра. В целом более отзывчивой к промышленному загрязнению оказалась ель колючая формы *viridis*.

Состояние метаболизма ели колючей под воздействием техногенного загрязнения оценивали по изменению содержания сухого вещества и зольных элементов в хвое.

Сухое вещество растений содержит в себе как органические, так и неорганические соединения. По изменению содержания тех и других мы можем судить об интенсивности процессов биосинтеза и распада органических веществ, аккумуляции минеральных элементов.

У елей форм *viridis* и *glauca*, произрастающих на промплощадке металлообрабатывающего предприятия, было отмечено достоверное повышение содержания сухого вещества в хвое, что соответствует адаптивным изменениям метаболизма растений, индуцированным воздействием промышленного загрязнения.

Содержание зольных элементов несколько снижалось, что в сочетании с повышением содержания сухого вещества может быть проявлением уси-

ленного синтеза органического вещества, принимающего участие в метаболизации компонентов загрязнения растительной тканью (табл.3).

Таблица 3

Влияние промышленного загрязнения на содержание сухого вещества (1) и зольных элементов (2) в хвое ели колючей

Вариант Показатель	<i>f. viridis</i>		<i>f. glauca</i>	
	контроль	опыт	контроль	опыт
1	48,58 ± 0,40	50,25 ± 0,70	45,76 ± 0,62	48,79 ± 0,70
2	2,91 ± 0,07	2,62 ± 0,14	3,00 ± 0,09	2,65 ± 0,11

Таким образом, ель колючая, произрастая достаточно длительное время в условиях хронического техногенного загрязнения, вырабатывает адаптивные механизмы и неплохо переносит влияние абиогенных факторов среды. При этом жизненное состояние елей сразу после посадки несколько снижается, но с течением времени они адаптируются и по достижении возраста 15-20 лет успешно выполняют декоративные и санитарно-гигиенические функции. Техногенное загрязнение оказывает определенное воздействие на различные стороны жизнедеятельности ели колючей, но на жизненном состоянии средневозрастных елей это не сказывается. Более отзывчивой к воздействию загрязнения среды оказалась ель колючая формы *viridis*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нестерович Н.Д., Дерюгина Т.Ф., Лучков А.И. Структурные особенности листьев хвойных. Минск: Наука и техника, 1986. 143 с.
2. Молчанов А.А. Лес и окружающая среда. М.: Наука, 1968. 247 с.
3. Славкина Т.И. Итоги и перспективы интродукции и акклиматизации хвойных растений в Узбекистане // Интродукция и акклиматизация растений. Ташкент, 1977. С.3-7.
4. Рульков В.В. Основы ботаники, лесоводства и лесных культур. М.: Высшая школа, 1981. 360 с.
5. Абрамишвили Г.Г. Ель колючая для озеленения городов. М.: Изд-во Мин-ва коммун.хоз-ва РСФСР, 1956. 36 с.
6. Якушина Э.И. Древесные растения в озеленении Москвы. М.: Наука, 1982. 158 с.
7. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение, № 4. 1989. С.51-57.