



14. Croll R.P. Gastropod chemoreception // *Biol. Rev.* 1983. Vol. 58. P. 293–319.
15. Eaton P., Thomas J.D. The accumulation and metabolism of amino acids by *Biomphalaria glabrata*, a freshwater pulmonate snail // *Comp. Biochem. Physiol.* 1999. Pt. A. Vol. 122. №4. P. 421–428.
16. Jager J.C. A quantitative study of a chemoresponse to sugars in *Lymnaea stagnalis* (L.) // *Netherl. J. Zool.* 1971. Vol. 21(1). P. 1–59.
17. Lombardo F., Maramaldo R., Fratello B., Sonetti D. Amino acids and derivatives as food-finding signals in the freshwater snail *Planorbarius corneus* (L.) // *Comp. Biochem. Physiol.* 1992. Pt. C. Vol. 101. №2. P. 389–398.
18. Rosen H. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids // *Arch. Biochem. Biophys.* 1957. Vol. 67. P. 10–15.
19. Sterry P.R., Thomas J.D., Patience R.L. Behavioural responses of *Biomphalaria glabrata* (Say) to chemical factors from aquatic macrophytes including decaying *Lemna paucicostata* (Hegelm ex Engelm) // *Freshw. Biol.* 1983. Vol. 13. P. 465–476.
20. Thomas J.D., Assefa B., Cowley C., Ofosu-Barko J. Behavioural responses to amino acids and related compounds, including propionic acid, by adult *Biomphalaria glabrata* (Say), a snail host of *Schistosoma mansoni* // *Comp. Biochem. Physiol.* 1980. Pt. C. Vol. 66. P. 17–27.
21. Townsend C.R. Mucus trail following by the snail *Biomphalaria glabrata* (Say) / C.R. Townsend // *Anim. Behav.* 1974. Vol. 22. P. 170–177.
22. Uhazy L.R. *Schistosoma mansoni*: Identification of chemicals that attract or trap its snail vector, *Biomphalaria glabrata* // *Science.* 1978. Vol. 201. P. 924–926.
23. Wilson R.A. An investigation into the mucus produced by *Lymnaea truncatula*, the snail host of *fasciola hepatica* // *Comp. Biochem. Physiol.* 1968. Vol. 24. P. 629–633.
24. Zyguntova J. Occurrence of free amino acids in pond water // *Acta Hydrobiol.* 1972. Vol. 14. №3. P. 313–325.

Об авторе

Е.С. Боричева – соиск., РГУ им. И. Канга, boricheva@pisem.net

УДК 581.1

И.С. Майдебура, Г.Н. Чупахина

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

Исследовалось состояние древесных растений (*Sorbus aucuparia* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Picea pungens*), произрастающих в семи районах Калининграда и области, отличающихся по степени загрязнения воздушного бассейна. Проведенная работа позволила ранжировать районы по степени увеличения негативного влияния на исследованные растения. Устойчивость изученных видов к загрязнению воздушной среды снижалась в следующем порядке: *Picea pungens* – *Acer platanoides* L. – *Tilia cordata* Mill. – *Sorbus aucuparia* L.

It was investigated the condition of the wood plants growing in the seven districts of Kaliningrad and over the region, differing on a degree of pollution of air basin. The carried out work has allowed to



range areas on a degree of increase in negative influence on the investigated plants. Stability of the studied kinds to pollution of the air environment decreased in a following number: *Picea pungens* – *Acer platanoides* L. – *Tilia cordata* Mill. – *Sorbus aucuparia* L.

Городская растительность — один из основных объектов экологического мониторинга. Растения служат индикаторами состояния окружающей среды, поэтому необходимо знать, как и в какой мере сама среда сказывается на их состоянии и, следовательно, влияет на качество выполняемых ими функций [1. С. 57].

Воздействие атмосферного загрязнения на растительность — биохимическое явление, затрагивающее в первую очередь метаболические и физиологические процессы и разрушающее ультрамикроскопические структуры клеток листа. Основным диагностическим признаком повреждения растений являются хлорозы и некрозы листовых пластинок. Вместе с тем этот признак не полностью специфичен, поскольку хлорозы и некрозы возникают под действием многих причин: недостатка или избытка питательных веществ почвы, высоких и низких температур, засухи, подтопления корневых систем, а также в результате деятельности различных энтомофитов и патогенов. Наличие тех или иных диагностических симптомов повреждения растений позволяет, хотя и не всегда, осуществить индикацию, опознавание фактора (или факторов), вызвавшего данное повреждение. Иногда эти признаки выражены настолько сильно, что они обуславливают и интенсивность ослабления растений. Однако гораздо чаще степень ослабления (или повреждения) дерева определяется другими неспецифическими признаками: изреженностью густоты кроны вследствие недоразвития или преждевременного опадания листьев и хвои, резким сокращением прироста, скоротечным усыханием ветвей в верхней половине кроны и т.д. [2. С. 56]

С целью диагностики повреждений деревьев и древостоев при загрязнении атмосферы газообразными токсикантами в различных районах города Калининграда нами было оценено состояние следующих видов деревьев: рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), клена остролистного (*Acer platanoides* L.), ели колочей (*Picea pungens*).

Сбор материала осуществляли в 1996–2004 гг. Для определения относительного жизненного состояния (ОЖС) древостоя была взята методика В.А. Алексеева [3. С. 51–57]. Методом сплошного обследования деревьев проводилась визуальная оценка следующих диагностических признаков ОЖС: густота кроны (в % от нормальной густоты), наличие на стволе мертвых сучьев (в % от общего количества сучьев на стволе) и степени повреждения листьев токсикантами, патогенами и насекомыми (средняя площадь некрозов, хлорозов и объеданий в % от площади листа). При показателе от 100 до 80 % жизненное состояние древостоя считается здоровым, при 79–50 % — ослабленным, при 49–20 % — сильно ослабленным, при 19 % и ниже — полностью разрушенным. Для более детальной характеристики ОЖС деревьев использовались вспомогательные характеристики [4. С. 27].

Исследовались вышеуказанные древесные растения, произрастающие в семи пунктах:



- 1) Козий лес — это санитарно-защитная зона за пределами города Калининграда;
- 2) пос. Прибрежный — район пригорода;
- 3) ул. Коперника — по данным Управления природных ресурсов, наименее загрязненная в черте города;
- 4) парк 40-летия ВЛКСМ — зона отдыха горожан, находится в промышленной зоне: на севере расположен железнодорожный вокзал, на северо-востоке — мясокомбинат;
- 5) Ленинский просп. — основная магистраль города, расположенная в центре города и не соседствующая с промышленными предприятиями;
- 6) ул. Менделеева — расположена вблизи целлюлозно-бумажного комбината и одной из самых оживленных автомагистралей города — просп. Победы, может служить примером комплексного влияния загрязнений: автотранспорта и промышленного предприятия;
- 7) ул. А. Невского — расположена вблизи ремонтно-строительного завода, является одной из наиболее загруженных магистралей города, рассматривается как пример суммарного действия загрязнителей воздушной среды города.

За пределами города Калининграда районом исследования стал Козий лес — санитарно-защитная зона. Результаты исследования жизненного состояния древостоя (L_n) для четырех видов древесных растений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Жизненное состояние деревьев в Козьем лесу

Вид	Количество деревьев, %				L_n
	здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	отмирающих	
Рябина обыкновенная	97,6	2,4	0	0	92,5
Клен остролистный	100	0	0	0	100
Липа сердцевидная	99	1	0	0	95
Ель колючая	100	0	0	0	100

Из таблицы видно, что все виды исследованных деревьев, произрастающих в Козьем лесу, относятся к показателю «здоровый» (от 100 до 80), однако можно отметить, что клен и ель соответствуют показателю 100, а у липы и рябины отмечено отклонение от 95 до 92,5. Исходя из жизненного состояния древостоя, условия произрастания относятся к оптимальным для данных видов деревьев.

Показатели облиственности, пораженности кроны и листа для деревьев, произрастающих в Козьем лесу (табл. 2), нами приняты за контроль, так как только у 2 % деревьев рябины обыкновенной были отмечены поражения кроны.



Таблица 2

Оценка состояния древесных растений в Козьем лесу, %

Вид	Облиственность	Пораженность кроны	Пораженность листа
Рябина обыкновенная	100	2	0
Клен остролистный	100	0	0
Липа сердцевидная	100	0	0
Ель колючая	100	0	0

Исследования проводились на окраине города – в пос. Прибрежный. Относительное жизненное состояние древостоя всех исследованных видов древесных растений на основе данных таблицы 3 можно отнести к показателю «здоровый» (от 100 до 80). Однако у всех исследованных видов отмечены деревья, относимые к категории «ослабленные», а у рябины – к «сильно ослабленные».

91

Таблица 3

Жизненное состояние деревьев в пос. Прибрежный

Вид	Количество деревьев, %				L _n
	здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	отмирающих	
Рябина обыкновенная	57,1	34,2	8,7	0	84
Клен остролистный	84,1	15,9	0	0	96
Липа сердцевидная	80	20	0	0	89
Ель колючая	95	5	0	0	95

Из таблицы 4 видно, что у всех исследованных деревьев отмечены пораженность кроны и листьев, а у рябины и ели – снижение облиственности.

Таблица 4

Оценка состояния древесных растений в пос. Прибрежный, %

Вид	Облиственность	Пораженность кроны	Пораженность листа
Рябина обыкновенная	95	2,5	3
Клен остролистный	100	1	2
Липа сердцевидная	100	2	2
Ель колючая	95	5	1



Несмотря на то что виды исследованных древесных растений в пос. Прибрежный отнесены к категории «здоровый» (табл. 3), отмечается косвенное влияние города, которое сказалось на увеличении площади пораженности отдельных листьев и кроны целого дерева.

В районе города Калининграда исследовались древесные растения в пяти точках. Одна из них – ул. Коперника, по данным Управления природных ресурсов, она наименее загрязнена газовыми токсикантами. Из таблицы 5 видно, что древесной здесь оценивается для клена и ели как «здоровый» (от 100 до 80), а для рябины и липы как «ослабленный» (от 79 до 50). Таким образом, в городе снижается количество здоровых деревьев и увеличивается количество деревьев, подпадающих под характеристику «ослабленный».

92

Таблица 5

Жизненное состояние деревьев на ул. Коперника

Виды	Количество деревьев, %				L _n
	здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	отмирающих	
Рябина обыкновенная	28,5	57,1	14,2	0	74
Клен остролистный	50	37,5	12,5	0	81
Липа сердцевидная	20	80	0	0	76
Ель колючая	75	25	0	0	92,5

Исследования (табл. 6) показали, что пораженность кроны и листа не у всех видов деревьев приводит к снижению облиственности. Таким образом, комплекс городских условий, в том числе и загрязнение атмосферы газовыми токсикантами, приводит к снижению общей площади ассимиляционной поверхности за счет увеличения пораженности кроны и листа.

Таблица 6

Оценка состояния древесных растений на ул. Коперника, %

Вид	Облиственность	Пораженность кроны	Пораженность листа
Рябина обыкновенная	90	5	5
Клен остролистный	100	1	2
Липа сердцевидная	100	2	4
Ель колючая	95	5	1

Также была обследована зона отдыха горожан – парк 40-летия ВЛКСМ, находящийся в промышленной зоне: на севере – железнодорожный вокзал, на северо-востоке – мясокомбинат (табл. 7).



Таблица 7

Жизненное состояние деревьев в парке 40-летия ВЛКСМ

Вид	Количество деревьев, %				L _n
	здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	отмирающих	
Рябина обыкновенная	35,2	52,6	12,2	0	76,6
Клен остролистный	58,7	38,8	2,5	0	79
Липа сердцевидная	37,2	60	2,8	0	72,7
Ель колючая	78,4	20	1,6	0	88

93

Относительное жизненное состояние ели относится к показателю «здоровый» (100–80), рябины, клена и липы – «ослабленный» (79–50). Из таблицы видно, что в зоне отдыха горожан, расположенной в промышленном районе, происходит значительное снижение здоровых деревьев и увеличение ослабленных, а также появление у всех исследованных видов сильно ослабленных деревьев. Даже у ели колючей, жизненное состояние которой по классификации относится к «здоровому», появляются деревья сильно ослабленные (1,6%), что не наблюдалось в ранее исследованных районах.

В таблице 8 приведены дополнительные показатели для оценки состояния древесных растений.

Таблица 8

Оценка состояния древесных растений в парке 40-летия ВЛКСМ, %

Вид	Облиственность	Пораженность кроны	Пораженность листа
Рябина обыкновенная	90	5	1,5
Клен остролистный	95	10	2
Липа сердцевидная	95	15	2
Ель колючая	90	20	5

Из приведенных данных хорошо видно, что снижение жизненности (табл. 7) повлекло за собой увеличение пораженности кроны и листьев, что не могло не сказаться на облиственности всех исследованных деревьев. Такие изменения могут быть следствием прямого влияния выбросов железнодорожного узла и мясокомбината, находящихся в непосредственной близости.

Для города Калининграда характерен постоянный рост числа автотранспорта, поэтому в качестве еще одного района исследования была выбрана основная магистраль города – Ленинский проспект, находящийся в центре города и не соседствующий с промышленными предприятиями города (табл. 9).



Таблица 9

Жизненное состояние деревьев на Ленинском проспекте

Вид	Количество деревьев, %				L _n
	здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	отмирающих	
Рябина обыкновенная	0	66,6	33,4	0	60
Клен остролистный	24	76	0	0	76
Липа сердцевидная	13,3	66,6	20	0	68
Ель колючая	25	62,5	12,5	0	73,7

94

Из таблицы 9 видно, что жизненное состояние древостоя всех исследованных видов растений относится к категории «ослабленный» (79–50). Процент здоровых деревьев резко сократился у клена, липы и ели, а у рябины здоровые деревья вообще отсутствовали. Произошло увеличение количества сильно ослабленных деревьев.

Данные таблицы 10 дают возможность проследить влияние газовых токсикантов от автотранспорта на состояние древесных растений.

Таблица 10

Оценка состояния древесных растений на Ленинском проспекте, %

Вид	Облиственность	Пораженность кроны	Пораженность листа
Рябина обыкновенная	75	10	20
Клен остролистный	90	10	5
Липа сердцевидная	80	20	15
Ель колючая	90	10	5

У деревьев, произрастающих на Ленинском проспекте, уменьшается жизненность всех исследованных видов (табл. 9), что сопровождается снижением облиственности за счет увеличения процента поражения кроны и листьев (табл. 10). Наблюдается тенденция сокращения общей ассимиляционной поверхности, особенно у рябины и липы.

Чтобы проследить комплексное влияние загрязнений (автотранспорт и промышленное предприятие) были исследованы растения, произрастающие на ул. Менделеева, расположенной вблизи целлюлозно-бумажного комбината и одной из самых оживленных автомагистралей города – проспекта Победы (табл. 11).



Таблица 11

Жизненное состояние деревьев на ул. Менделеева

Вид	Количество деревьев, %				L _n
	здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	отмирающих	
Рябина обыкновенная	0	66,6	33,4	0	60
Клен остролистный	0	85,7	14,2	0	65,7
Липа сердцевидная	0	80	20	0	64
Ель колючая	0	50	50	0	55

95

Относительное жизненное состояние древостоя всех исследованных видов древесных растений относится к показателю «ослабленный» (79–50). Характерно то, что в данном районе не отмечено здоровых деревьев, при этом увеличивается количество ослабленных и сильно ослабленных деревьев. Даже у ели колючей резко снижается жизнеспособность древостоя по сравнению с другими районами. Это может быть следствием выброса химических газообразных токсикантов целлюлозно-бумажного комбината: хлора, диоксида серы, сероводорода [5. С. 36].

Уменьшение облиственности, усиление пораженности кроны и листа (табл. 12) также указывают на комплексное влияние газообразных токсикантов, действие которых помимо выбросов целлюлозно-бумажного комбината пополняется выбросами от автотранспорта. Здесь, вероятно, можно говорить о синергическом (взаимно усиливающим) действии всех компонентов.

Таблица 12

Оценка состояния древесных растений на ул. Менделеева

Вид	Облиственность	Пораженность кроны	Пораженность листа
Рябина обыкновенная	75	30	20
Клен остролистный	85	20	15
Липа сердцевидная	75	25	15
Ель колючая	80	15	15

Ул. А. Невского, расположенная вблизи ремонтно-строительного завода, является одной из наиболее загруженных магистралей города. Она может быть примером суммарного воздействия различных компонентов газовой смеси промышленного города на деревья (табл. 13).



Таблица 13

Жизненное состояние деревьев на ул. А. Невского

Вид	Количество деревьев, %				L _n
	здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	отмирающих	
Рябина обыкновенная	0	50	25	25	46,25
Клен остролистный	0	75	25	0	62,5
Липа сердцевидная	0	60	30	10	54,5
Ель колючая	0	100	0	0	70

96

Относительное жизненное состояние древостоя исследованных деревьев клена, липы и ели относится к показателю «ослабленный» (пределы 79 – 50), а рябины – «сильно ослабленный» (от 49 до 20) (табл. 13). Ухудшение жизненности древостоя наблюдалось у всех видов, а у рябины и липы впервые были отмечены деревья, которые можно отнести к отмирающим.

В таблице 14 представлены данные исследования деревьев по некоторым дополнительным показателям.

Таблица 14

Оценка состояния древесных растений на ул. А. Невского, %

Вид	Облиственность	Пораженность кроны	Пораженность листа
Рябина обыкновенная	65	20	25
Клен остролистный	85	15	20
Липа сердцевидная	80	25	20
Ель колючая	85	20	20

На ул. А. Невского состояние древостоя ухудшается, что затрагивает все уровни ассимиляционной поверхности (табл. 14). Эти изменения не могут не сказаться на общей продуктивности зеленых насаждений.

Таким образом, негативное влияние загрязнения воздушной среды на изученные виды древесных растений увеличивается в следующем порядке: Козий лес – пос. Прибрежный – ул. Коперника – парк 40-летия ВЛКСМ – Ленинский просп. – ул. Менделеева – ул. А. Невского. Для дальнейших исследований древесных растений район Козьего леса нами использовался как контрольный за пределами города, а ул. Коперника – в городе. Было выявлено, что совместное действие нескольких загрязнителей воздуха (от автотранспорта и промышленных предприятий) оказывает усиливающее негативное действие на древесные растения, в результате чего происходит снижение жизненности древостоя за счет увеличения пораженности листа и кроны и сокращения облиственности кроны, что не может не сказаться на общей продуктивности растений. На основе полученных нами данных уровень устойчивости



исследованных видов древесных растений к загрязнению воздушной среды уменьшался в ряду: ель колючая — клен остролистный — липа сердцевидная — рябина обыкновенная.

Список литературы

1. Фролов А.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем. СПб.: Наука, 1998.
2. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / Под ред. В.А. Алексева. Л.: Наука, 1990.
3. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. №4. С. 51—57.
4. Кулагин А.А., Шагиева Б.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М.: Наука, 2005.
5. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы г. Калининграда / Управление природных ресурсов по Калинингр. обл. Калининград, 2001.

Об авторах

И.С. Майдебуря — асп., РГУ им. И. Канта, hitirina@mail.ru
Г.Н. Чупахина — д-р биол. наук, проф., РГУ им. И. Канта, tchou-pakhina@mail.ru