

УДК 581.52:634.942(477.62)

## ВЛИЯНИЕ ЭМИССИЙ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

© 2019 Е.Н. Виноградова, Л.В. Хархота

Донецкий ботанический сад, г. Донецк (Донецкая Народная Республика)

Поступила 12.04.2019

Представлены результаты анализа видового состава и жизненного состояния древесных растений на территории, прилегающей к промышленной площадке коксохимического предприятия, расположенного в центральной части г. Донецка. Выявлено, что доминирующими на данной территории являются растения, способные к активному самовозобновлению: *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle, *Acer negundo* L. и *Robinia pseudoacacia* L. Большинство обследованных деревьев находятся в удовлетворительном состоянии. Для озеленения территорий, подверженных воздействию техногенных эмиссий, могут быть рекомендованы растения, отличающиеся высокой устойчивостью и газопоглощительной способностью: *Populus alba* L., *P. deltoides* Marshall, *Robinia pseudoacacia*, *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers., *Ulmus laevis* Pall., *U. parvifolia* Jacq.

*Ключевые слова:* техногенное загрязнение, древесные растения, жизненное состояние растений, озеленение.

**Vinogradova E.N., Harjota L.V. The impact of the emissions of coke production in the vital state of woody plants.** – The species composition and vital status of woody plants on the territory adjacent to the industrial site of a coke-chemical plant in the central part of Donetsk are given. It is revealed that dominant in this territory are plants capable of active self-regeneration, namely *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle, *Acer negundo* L. и *Robinia pseudoacacia* L. The majority of surveyed trees is in a satisfactory condition. For further greenery planting in territories exposed to technogenic emissions from coke production, we recommend plants, characterized by high stability and gas-absorbent abilities: *Populus alba* L., *P. deltoides* Marshall, *Robinia pseudoacacia*, *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers., *Ulmus laevis* Pall., *U. parvifolia* Jacq.

*Key words:* technogenic pollution, woody plants, vital state of plants, planting of greenery.

Донбасс является индустриально развитым регионом, расположенным в степной зоне с умеренно-континентальным засушливым климатом. Негативное воздействие промышленных эмиссий усугубляется высокой интенсивностью автотранспортных потоков. Одним из важнейших факторов экологической оптимизации антропогенно трансформированных территорий являются насаждения древесных растений. Аккумулируя на листьях часть эмиссий и промышленной пыли, деревья и кустарники пре-

пятствуют их дальнейшему распространению (Левон, 2008). На промышленных площадках и в санитарных зонах предприятий создают защитные и декоративные насаждения древесно-кустарниковых растений. От видового разнообразия и степени устойчивости растений в составе защитных насаждений в значительной степени зависит их жизнеспособность и функциональность. Комплексное влияние негативных природно-климатических факторов степной зоны и техногенного загрязнения приводит к сокращению продолжительности жизни древесных растений в 2-3 раза (Николаевский, 2002; Поляков, 2009). Поэтому для повышения эффективности защитно-декоративных насаждений необходимо дальнейшее озеленение промышленных территорий с оптимизацией видового состава растений, введением наиболее

---

Виноградова Елена Николаевна, кандидат биологических наук,

Elena\_Vinogradova@meta.ua; Хархота Людмила Валериевна, кандидат биологических наук, ludmilaharhota@yandex.ru

устойчивых видов и совершенствованием структуры насаждений.

Целью работы было выявление наиболее устойчивых видов растений, перспективных для дальнейшего озеленения техногенно загрязненных территорий, путем мониторинга состояния древесных насаждений в условиях воздействия эмиссий коксохимического производства.

Объектом исследования были древесные растения, произрастающие на территории, непосредственно примыкающей к промышленной площадке коксохимического завода средней мощности ПАО «Донецккокс» (КХЗ) в городе Донецке в зоне острого воздействия эмиссий на расстоянии до 600 м от основных источников эмиссий. Эмиссии коксохимических предприятий содержат такие высокотоксичные соединения, как бензапирен, аммиак, цианистый водород, сероводород, фенол, бензол и пиридин, значительная часть которых вообще не характерна для нормальной атмосферы (Мищенко, 2012). Следует также отметить, что предприятие расположено в центре города и санитарно-защитной зоны не имеет. На территории, непосредственно примыкающей к заводу, расположены гаражные кооперативы, складские помещения и другие постройки. В состав обследованной территории также включен породный отвал угольной шахты «Центрально-заводская» (терриконт), расположенный с северной стороны промышленной площадки КХЗ.

Жизненное состояние растений определяли по степени их повреждения, которую оценивали по шестибалльной шкале повреждений деревьев и кустарников в зоне воздействия технологических эмиссий В.П. Тарабрина с соавт. (1986). Данная шкала учитывает как уровень поврежденности листьев, так и снижение прироста, уменьшение облиствения кроны, усыхание побегов и наличие сухих ветвей. Полностью здоровых растений (уровень повреждений 0 баллов) на территории не обнаружено. В хорошем жизненном состоянии находились растения, уровень повреждений которых оценивали в 1 балл, в удовлетворительном – 2-3, в неудовлетворительном – 4-5.

Структура и видовой состав насаждений существенно различаются в зависимости от их функционального назначения. Озеленение основной части обследованной территории производилось фрагментарно 30-40 лет назад. На данный момент высадка саженцев и уход за имеющимися насаждениями в должной мере не производится. Поэтому доминирующими на этой территории являются растения, способные

к активному самовозобновлению: *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle, *Acer negundo* L. и *Robinia pseudoacacia* L., составляющие не менее 70% от общего количества деревьев (табл.1). Менее многочисленны (1-5%) – *Ulmus laevis* Pall., *U. parvifolia* Jacq., *Populus simonii* Carrière, *Aesculus hippocastanum* L., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Juglans regia* L., *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers., *Fraxinus lanceolata* Borkh., виды рода *Populus* – *P. alba* L., *P. bolleana* Lauche, *P. nigra* L., *P. nigra* var. *italica* (Moench.) Koehne и др. Ведущее место среди кустарников занимают *Ligustrum vulgare* L. и *Syringa vulgaris* L.

Возраст растений относится к важнейшим показателям их состояния, во многом определяя степень устойчивости и соответствия растений природно-климатическим и экологическим условиям произрастания. На обследованной территории преобладают молодые растения в возрасте до 20 лет, значительная часть которых возникла в результате семенного и вегетативного самовозобновления (*Ailanthus altissima*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus laevis*, *U. parvifolia*).

Средневозрастные деревья (21-40 лет) составляют не более 40% насаждений, а растения, возраст которых превышает 40 лет, встречаются единично. У растений последних групп наблюдается суховершинность, усыхание боковых ветвей и другие признаки старения. Преобладание в насаждениях молодых деревьев свидетельствует об их низкой продолжительности жизни, что обусловлено как неблагоприятными природно-климатическими факторами засушливой степной зоны, так и высоким уровнем техногенного загрязнения среды.

Для территории, подверженной воздействию эмиссий КХЗ, характерен особый тип загрязнения, когда в периоды с температурной инверсией и циклональной погодой в приземном слое воздуха сосредотачивается основная часть поллютантов и промышленной пыли (Поляков и др., 2007). Вредное влияние на растения повышенной загазованности и запыленности воздуха усиливается неблагоприятными почвенно-климатическими условиями, частыми засухами. Видовое разнообразие древесных растений в подобных условиях ограничено, а выживание сопряжено с их биологической потенциальной устойчивостью к действию поллютантов.

В хорошем состоянии находятся молодые растения *Acer negundo*, *Ailanthus altissima*, *Ulmus laevis* и *U. parvifolia* (рис. 1.). Большая часть древесных растений – в удовлетворительном состоянии, включая средневозрастные деревья *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*, *Ulmus laevis*, *U. parvifolia*, *Populus alba* и др. (рис. 2).

В плохом состоянии, в основном, находятся растения 31–40-летнего возраста и старше: *Fraxinus lanceolata*, *Robinia pseudoacacia* и виды рода *Populus*, за исключением *P. alba* (рис. 3). Следует отметить, что большинство тополей на обследованной территории достигли 40-летнего возраста, а представители данного рода

в основном являются быстрорастущими, однако недолговечными породами, поэтому в практике озеленения обычно используются для достижения быстрого эффекта и нуждаются в замене по достижении критического возраста (Поляков, 2009).

Таблица

**Видовой состав и жизненное состояние древесных растений  
в условиях воздействия эмиссий коксохимического производства**

№ п/п	Вид	Встречаемость, %	Возрастная категория, лет	Жизненное состояние растений
1	<i>Acer negundo</i> L. Клен ясенелистный	25	11-20	хорошее
			31-40	удовл.
2	<i>A. saccharinum</i> L. Клен серебристый	единично	31-40	неуд.
3	<i>Aesculus hippocastanum</i> L. Конский каштан обыкновенный	3	31-40	удовл.
4	<i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle Айлант высочайший	35	5-10	хорошее
			21-30	удовл.
5	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam. Абрикос обыкновенный	2	21-30	удовл.
6	<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh. Ясень зеленый	2	11-20	удовл.
7	<i>Gleditsia triacanthos</i> L. Гледичия трехколочковая	1	31-40	удовл.
8	<i>Juglans regia</i> L. Орех грецкий	2	31-40	удовл.
9	<i>Morus alba</i> L. Шелковица белая	единично	21-30	удовл.
10	<i>Pinus sylvestris</i> L. Сосна обыкновенная	единично	31-40	неуд.
11	<i>Populus alba</i> L. Тополь белый	2	31-40	удовл.
12	<i>P. bolleana</i> Lauche Т. Болле	2	31-40	неуд.
13	<i>P. nigra</i> L. Т. черный	единично	31-40	неуд.
14	<i>P. nigra</i> var. <i>italica</i> (Moench.) Koehne Т. итальянский	2	31-40	неуд.
15	<i>P. simonii</i> Carrière Т. Симони	3	31-40	неуд.
16	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. Робиния псевдоакация	10	11-20	удовл.
			31-40	неуд.
17	<i>Sorbus intermedia</i> (Ehrh.) Pers. Рябина промежуточная	2	21-30	удовл.
18	<i>Ulmus laevis</i> Pall. Вяз гладкий	5	11-20	хорошее
			31-40	удовл.
19	<i>U. parvifolia</i> Jacq. В. мелколистный	5	11-20	хорошее
			31-40	удовл.

Примечание. Как «хорошее» было принято состояние растений, уровень повреждений которых оценивали в 1 балл, «удовлетворительное» – 2-3, «неудовлетворительное» – 4-5.

С северной стороны промышленной площадки КХЗ расположен породный отвал угольной шахты «Центрально-заводская», где, наряду с негативным влиянием промышленных

эмиссий и природно-климатических факторов, растения подвержены воздействию неблагоприятных эдафических условий. Террикон был рекультивирован силами сотрудников ботани-

ческого сада в 80-е годы прошлого века. В настоящее время зеленые насаждения на терриконе представлены в основном *Robinia pseudoacacia* (до 80%), в значительно меньшем количестве, преимущественно у подножия отвала, произрастают *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*, *A. pseudoplatanus* L., *Fraxinus lanceola-*

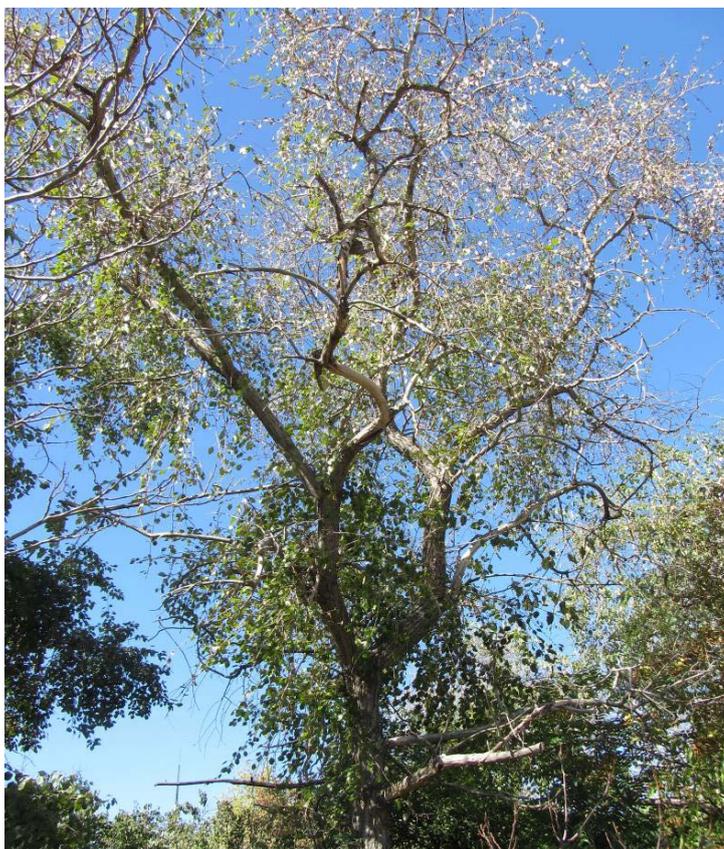
*ta*, *Prunus mahaleb* L., *Ulmus laevis*, *U. parvifolia*, а также кустарники, прежде всего *Ligustrum vulgare* и *Syringa vulgaris* (рис. 4.). Большинство древесных растений на обследованной территории южного и северного склонов террикона находятся в удовлетворительном состоянии.



Рис. 1. *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle в условиях воздействия эмиссий



Рис. 2. *Ulmus parvifolia* Jacq. в условиях воздействия эмиссий (степень повреждения – 3 балла) и неудовлетворительном состоянии



**Рис. 3. *Populus simonii* Carrière в условиях воздействия эмиссий**



**Рис. 4. *Robinia pseudoacacia* L. и *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle на южном склоне породного отвала, примыкающего к территории коксохимического завода**

В техногенно загрязненных регионах особенно важна роль зеленых насаждений как природного фильтра, очищающего воздух от пыли и газообразных токсикантов. Наибольшей пылезадерживающей способностью обладают

посадки шириной 10-30 м (Неверова, Холмогорова, 2003). На участке, защищенном плотной лесополосой от промышленного предприятия, выявлено на 64% меньше пыли, на 30% – сернистого газа, на 35% – оксида углерода и на

29% – фенола по сравнению с открытым участком (Левон, 2008).

Однако не всегда есть возможность создания таких защитных полос. Донецкий коксохимический завод находится в центральной части г. Донецка. Расположение крупных промышленных источников эмиссий в центре характерно для многих индустриальных городов Донбасса. Как правило, в период строительства таких производств вокруг них не отводилось место под санитарно-защитную зону, поэтому имеющиеся там зеленые насаждения расположены фрагментарно. Такие насаждения нуждаются в реконструкции с расчетом повышения их санитарно-защитной функции. Этого можно достичь за счет повышения в составе насаждений доли видов, отличающихся не только повышенной устойчивостью к промышленным эмиссиям, но и высокой газопоглощательной и пылеаккумулирующей способностью.

Наиболее эффективно способны осаживать пыль виды растений с шершавыми и опушенными листьями, например, *Ulmus parvifolia*, *Sorbus intermedia* и др. Эффективность поглощения растениями ксенобиотиков зависит от многих причин: видовой принадлежности, возраста, ассимиляционной поверхности кроны, интенсивности газообмена, длительности периода вегетации и т.д. (Бухарина и др., 2007). Выявлены растения, накапливающие значительное количество определенных аэрополлютантов, в частности, виды рода *Populus* (*P. balsamifera* L., *P. alba*, *P. nigra*, *P. bolleana*, *P. deltoides* Marshall), рода *Acer* (*A. pseudoplatanus*, *A. negundo*, *A. platanoides* L.), *Fraxinus lanceolata*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus pumila* L., *U. parvifolia*, *Morus alba* и др. (Попов и др., 1982; Тарабрин и др., 1986; Винниченко, Долгова, 2001).

Таким образом, определенные виды древесных растений способны поглощать значитель-

ное количество аэрополлютантов. Поэтому для очистки воздуха на территории техногенно загрязненных регионов целесообразно создавать насаждения, основу которых составляют устойчивые к ксенобиотикам растения с максимально выраженной газопоглощательной способностью. В условиях воздействия эмиссий КХЗ одним из наиболее устойчивых растений, способных без существенного нарушения жизненного состояния накапливать значительное количество ксенобиотиков, в том числе и фенола, является *Populus deltoides* (Тарабрин и др., 1986; Винниченко, Долгова, 2001). На основании собственных наблюдений и литературных данных для озеленения могут быть также рекомендованы как наиболее перспективные с точки зрения сочетания высокой газостойкости и газопоглощательной способности следующие виды: *Populus alba*, *Sorbus intermedia*, *Ulmus laevis*, *U. parvifolia*. Эффективным концентратором поллютантов является *Robinia pseudoacacia*, которую стоит использовать в практике озеленения, несмотря на ее невысокую декоративность. *Acer negundo* и *Ailanthus altissima* не могут быть рекомендованы для озеленения, поскольку представляют опасность как инвазионные виды. Плодовые растения мы считаем нецелесообразным высаживать на промышленных территориях в связи с опасностью аккумуляции в плодах, которые могут быть собраны населением, высоких концентраций токсичных веществ.

Создание устойчивых насаждений в зонах влияния техногенных эмиссий зависит не только от правильного подбора ассортимента растений, но и от своевременного проведения необходимых агротехнических мероприятий (внесение удобрений, регулярный полив в засушливый период, дождевание для снижения концентрации фитотоксикантов в листьях растений).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Бухарина И.Л., Поварницына Т.М., Ведерников К.Е.** Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.

**Винниченко О.М., Долгова Л.Г.** Екофізіологічні проблеми фітоценозів та біологічна активність едафотопів в умовах техногенних територій // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть: Збірка наукових праць у двох томах. Т. 2. Київ: АТ Високий урожай, 2001. С. 23-36.

**Левон Ф.М.** Зелені насадження в антропогенно трансформованому середовищі. Київ: ННЦ ІАЕ, 2008. 364 с.

**Мищенко И.М.** Основные направления развития и повышения экологической безопасности предприятий черной металлургии Украины // Об'єднання заради життя: збірка доповідей національного екологічного форуму „Екологія промислового регіону” (м. Донецьк, 23-24 травня 2012 р.). Т. 2. Донецьк, 2012. С. 26-28.

**Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю.** Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты. Новосибирск: Наука, 2003. 222 с.

**Николаевский В.С.** Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. 220 с.

**Поляков А.К., Сулова Е.П., Лихацкая Е.Н.** Видовой состав и состояние древесно-кустарниковых растений на территории Авдеевского коксохимического завода // Промышленная ботаника. 2007. Вып. 7. С. 42-49.

**Поляков А.К.** Интродукция древесных растений в условиях техногенной среды. Донецк: „Ноулидж” (донецкое отделение), 2009. 268 с.

**Попов В.А., Негруцкая Г.М., Петрова В.К.** Газопоглощительная способность растений. Новосибирск: Наука, 1982. 52 с.

**Тарабрин В.П., Кондратюк Е.Н., Башкатов В.Г., Игнатенко А.А., Коршиков И.И., Чернышова Л.В., Шацкая Р.М.** Фитотоксичность органических и неорганических загрязнителей. Киев: Наукова думка, 1986. 215 с.