ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *GLEDITSIA TRIACANTHOS* L. В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА ДОНЕЦКА

В. О. Корниенко¹, В. Н. Калаев²

¹ ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

² ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
Поступила в редакцию 04.10.2017 г.

Аннотация. В работе исследовано влияние антропогенных нагрузок на одну из перспективных пород для озеленения в условиях степной зоны Gleditsia triacanthos L. На момент проведения исследований среднемесячное содержание токсических веществ (диоксид азота, фенол, формальдегид, аммиак) в атмосферном воздухе города Донецка превышало предельно допустимую концентрацию на 30-40%. Исследование вибрационно-акустического шума вдоль автомагистрали показало, что максимумы уровня звукового давления располагаются в диапазоне 80-90 дБА, со спектром частот на максимуме энергии 400-800 Гц. В Донецке гледичия трёхколючковая составляет более 1% древесных видов. Установлено, что длина вегетационного периода гледичии обыкновенной в городе Донецке по сравнению с Донецким ботаническим садом не изменилась, однако продолжительность некоторых фаз, таких как набухание и распускание вегетативных почек, распускание листьев, полное облиствение, начало и конец листопада, начало и конец цветения в условиях региона снизилась в среднем на 35%. Отличие в массе семян в насаждениях дендрария Донецкого ботанического сада и в условиях города стабильно и находится в пределах 11,6±1,5%. В пределах естественного ареала критический возраст Gleditsia triacanthos L. достигает 120-150 лет, а в условиях города Донецка 60 лет. Средний возраст исследуемых деревьев 40-45 лет и все они находятся в удовлетворительном состоянии. Механическая устойчивость прямо зависит от модуля упругости. Установлено, что в первую очередь потере устойчивости подвержены деревья Gleditsia triacanthos L. низших классов жизненных состояний, которые характеризуются минимальным отношением диаметра ствола к высоте (d/l < 0.01) и наименьшим запасом прочности ствола. Взрослые деревья в искусственных насаждениях Донецка могут представлять опасность в случае достижения критического возраста, поскольку часто поражаются корневой гнилью, что приводит к разрушению якорных корней и падению внешне здорового дерева даже при относительно невысокой скорости ветра (6-7 м/с). Из исследованных на механическую устойчивость деревьев выявлено всего несколько аварийных растений поражённых комлевой гнилью, растущих в условиях повышенной влажности (подтопления территории). По своим биомеханическим свойствам и устойчивости, порода пригодна для посадки в первых рядах вдоль автомобильных дорог.

Ключевые слова: Gleditsia triacanthos L., механическая устойчивость, модуль упругости, критический возраст.

Зелёные древесные насаждения приобретают всё большее значение, в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой. В городской среде степной зоны на фоне сложных природно-климатических условий, они подвержены и техногенному воздействию (шум, вибрации, токсические вещества и т.д.) [1]. По оценкам специалистов для снижения негативных последствий нарушения баланса природных компонентов третья часть территории должна находиться под действием стабилизирующих элементов – лесов [2, 3].

В связи с невозможностью увеличения площади лесов в регионе, компенсацией может служить повышение продуктивности и усиление рекреационно-оздоровительных функций существующих зелёных насаждений. Для достижения этой цели необходимо оптимизировать видовой состав насаждений, подобрать породы наиболее соответствующие сложным условиям среды и выполняющие средообразующую функцию. В этом аспекте интерес вызывает *Gleditsia triacanthos* L., как одна из перспективных пород для озеленения в условиях степной зоны. Деревянко В.Н. и Ле-

[©] Корниенко В. О., Калаев В. Н., 2018

вон Ф.М. отмечают, что это очень декоративное, засухоустойчивое и морозоустойчивое растение с высокой продуктивностью, неприхотливостью к почвам и условиям местопроизрастания [4]. Используется при создании ландшафтных садов и парков, а также в лесозащитных полосах.

В Европе гледичия обыкновенная начала культивироваться с 1700 г., в Россию как экзотическое растение попало в 1756 г., а в Украину в 1809 г. из Франции и Германии. Первые упоминания о *Gleditsia triacanthos* L. в коллекциях Донецкого ботанического сада отмечается в 1969 г.

Цель работы – провести ретроспективный анализ насаждений гледичии обыкновенной в условиях степной зоны г. Донецка с установлением эколого-морфологических и биомеханических особенностей роста под воздействием антропогенного загрязнения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объект исследования – Gleditsia triacanthos L., представитель североамериканской флоры, вырастает до 25-30 м в высоту, формирует ажурную раскидистую крону с закруглённой или плоской вершиной. В естественных условиях наиболее часто встречается в долинах небольших рек. Произрастает на дренированных, периодически затапливаемых богатых почвах первых террас. Выдерживает небольшое засоление почв. Вид засухоустойчив, зимостоек, особенно представители популяций северных районов ареала. Отличается быстрым ростом и относительной недолговечностью в условиях техногенных нагрузок, продолжительность жизни в природе – до 120 лет, иногда 150 лет [4].

Источниками информации о видах древесных растений, проходивших интродукционное испытание в Донецком ботаническом саду (ДБС), были карточки учёта древесных растений из коллекции ДБС. По результатам многолетних исследований гледичия обыкновенная считается наиболее перспективной для зелёного строительства породой в условиях степной зоны. По шкале засухоустойчивости И.Ф. Гриценко – І б, по зимостойкости С.Я. Соколов - ІІ б., декоративность – Д, продолжительное ажурное облиствение, яркая окраска листьев позволяет считать гледичию трёхколючковую ценнейшей породой для садово-паркового строительства. Урожайность по В.Г. Капперу – 5 б. Отмечено позитивное влияние на плодородие почв и содержание гумуса в верхних его слоях.

Для ретроспективного анализа особенностей роста и развития растений гледичии обыкновенной исследован период с 1981-1985, 2006-2010 и 2016 г

Образцы (побеги 3х лет) для биомеханических исследований отбирались в зимний период 2017 г., с не затеняемой части кроны, с каждого дерева по 10 шт. Модуль упругости (модуль Юнга) древесных волокон определяли по общепринятой методике [5].

Для оценки прочности и механической устойчивости древесных растений под воздействием антропогенных нагрузок использовали следующие параметры:

 P_{cr} и m_{cr} — предельно допустимая нагрузка и масса, при действии которых ствол начинает деформироваться или обламывается [6]:

$$Pcr = \frac{\pi^2 EI}{2l^2},$$

$$mcr = \frac{Pcr}{g},$$
(1)

где I — момент инерции сечения, l — длина ствола, g — ускорение силы тяжести. RRB — относительное сопротивление изгибу [6]:

$$RRB = \frac{r^2 E}{4\rho},\tag{3}$$

где, r — радиус основания ствола, E — модуль упругости, ρ — плотность древесины.

 H_{cr} критическая высота ствола, при достижении которой действие собственного веса привело бы к необратимой деформации или облому [7]:

$$Hcr = c \cdot \frac{E^{\frac{1}{3}}}{\rho} \cdot d^{\frac{2}{3}},\tag{4}$$

где C — коэффициент соотношения массы кроны и ствола, d — диаметр основания ствола.

В частности, способность сопротивляться изгибу определяется как произведение модуля упругости (MOE) и второго момента сечения (I) ствола [8]:

Жёсткость на изгиб =
$$EI$$
 (5) где, $I = \frac{\pi r^4}{4}$, $J = \frac{\pi r^4}{2}$, $r -$ радиус.

Высоту деревьев измеряли с помощью электронного высотомера — HEC Haglof, взятие кернов для определения возраста деревьев осуществлялось с помощью приростного бурава Haglof (Швеция) по общепринятым методикам [9]. В период покоя 2016 - 2017 г. отбирали не менее двух кернов с дерева на высоте 1.3 м. Оцифровка кернов производилась с помощью программы "AxioVision (Carl Zeiss)".

На момент проведения исследований среднемесячное содержание токсических веществ (диоксид азота, фенол, формальдегид, аммиак) в атмосферном воздухе г. Донецка превышало ПДК на 30–40% (рис. 1). Методика определения содержания токсических веществ описана в работе Корниенко, Бригневич (2016) [10].

Исследование вибрационно-акустического шума вдоль автомагистрали проводили по общепринятой методике, описанной в работе [11]. Максимумы уровня звукового давления располагаются в диапазоне 80-90 дБА, со спектром частот на максимуме энергии 400–800 Гц.

Из исследованных на механическую устойчивость деревьев (237 шт.) выявлено всего несколько аварийных растений поражённых комлевой гнилью. По состоянию на 2017 год (февраль) под действием ветровой нагрузки эти растения подверглись крушению. Средний возраст исследуемых деревьев 40-45 лет. Все они находятся в удовлетворительном состоянии. Информацию по гледичии обыкновенной в естественных условиях брали из базы данных по старовозрастным древесным растениям мира [12].

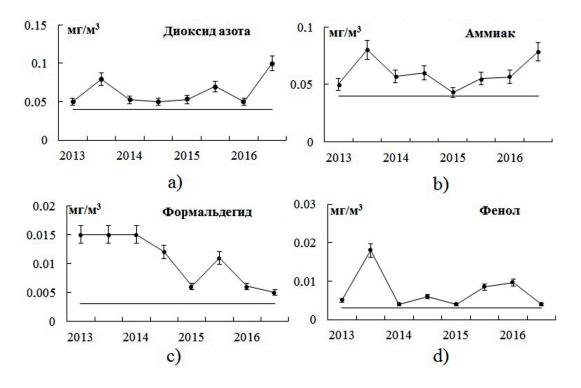
Для статистической обработки данных использовали программу «Excel 2010» (Microsoft Corporation). Достоверность отличий средних значений определяли с использованием t-критерия

Стьюдента. Коэффициент вариации вычисляли согласно рекомендациям Лакина [13]. Зависимость критической нагрузки (P_{cr}) и высоты (H_{cr}) от коэффициента d/l для исследуемых древесных растений устанавливали с использованием степенной регрессионной модели. Зависимость относительного сопротивления изгибу (RRB) и жёсткости на изгиб от коэффициента d/l и возраста устанавливали с использованием экспоненциальной регрессионной модели. Для выявления достоверности между коэффициентом d/l и механической устойчивостью использовали коэффициент корреляции Пирсона (r), который считали отличным от нуля при P < 0.05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные по феноритмике *Gleditsia triacanthos* L. в условиях степной зоны Донецкого ботанического сада представлены в таблице 1.

Следует отметить, что длина вегетационного периода не изменилась, однако продолжительность некоторых фаз ($\Pi \mathbf{q}_1/\Pi \mathbf{q}_2$, Π_1/Π_2 , Π_4/Π_5 , Π_5) в условиях региона снизились в среднем на 35%. Отличие в массе семян в насаждениях дендрария ДБС и в условиях города стабильно и находится в пределах 11.6 \pm 1.5% (табл. 2). Таким образом, в условиях антропогенной нагрузки происходит



 $Puc.\ 1.$ Содержание диоксида азота (а), аммиака (b), формальдегида (c) и фенола (d) в отобранных пробах (г. Донецк) с 2013 по 2016 г.

Таблица 1. Феноритмика гледичии обыкновенной в дендрарии Донецкого ботанического сада за период вегетации 1981-2016 гг.

Год	Π ч $_1/\Pi$ ч $_2$	$\Pi_{_1}/\Pi_{_2}$	Ц	Ц ₄ /Ц ₅	Π_4	Л ₅ нач./кон.	Длина вегет. макс.
1001	20.04.06.05	11.05.15.05	21.05	04.06.11.06	05.00		
1981	20.04-06.05	11.05-15.05	31.05	04.06-11.06	05.09	29.09-22.10	178
1982	09.04-29.04	02.05-17.05	10.05	10.06-21.06	21.09	06.10-11.10	183
1983	18.03-30.04	03.05-14.05	10.04	11.05-20.05	14.09	28.09-15.10	180
1984	20.04-02.05	07.05-14.05	14.05	22.05-09.06	02.09	18.09-24.09	181
1985	24.04-04.05	05.05-10.05	08.05	21.05-01.06	09.09	05.10-09.10	180
2006	18.04-28.04	11.05-14.05	18.05	20.05-27.05	10.10	20.10-29.10	182
2007	18.04-29.04	10.05-12.05	17.05	21.05-28.05	12.10	20.10-28.10	185
2008	20.04-30.04	27.05-31.05	20.05	22.05-29.05	12.10	19.10-26.10	189
2009	23.04-02.05	07.05-15.05	10.05	22.05-29.05	09.10	18.10-26.10	178
2010	21.04-01.05	12.05-17.05	15.05	22.05-28.05	10.10	19.10-27.10	180
2016	19.04-30.04	10.05-22.05	16.05	24.05-02.06	11.10	21.10-31.10	181

Обозначения: Π ч $_1$ — Набухание вегетативных почек; Π ч $_2$ — Распускание вегетативных почек; Π 3 — Бутонизация; Π 4 — Начало окраски листьев; Π 4 — начало цветения; Π 5 — конец цветения; Π 7 — Распускание листьев; Π 9 — Полное облиствение; Π 9 — Листопад.

снижение показателя качества семян. Коэффициент вариации для контрольных (ДБС) и экспериментальных (город) растений составил 4%.

Таблица 2. Масса (г) 1000 шт. семян гледичии обыкновенной в насаждениях г. Донеика

, ,					
	ДБС	Город			
Год	$\overline{X}_{\pm \mathrm{S}_{\mathrm{x}}}$				
2005	164±8.3	142±6.1*			
2010	183±7.4	162±5.4**			
2016	215±7.1	194±7.2*			
2017	203±8.6	179±6.9**			
Коэффициент вариации, %	4.2	3.8			

Примечания: $X\pm S_x$ — среднее арифметическое \pm стандартное отклонение; * — различия с ДБС достоверны (P<0.05); ** — различия с ДБС достоверны (P<0.01)

Эколого-морфологические и биомеханические особенности *Gleditsia triacanthos* L. в

условиях антропогенного загрязнения города Донецка. В Донецке гледичия трёхколючковая составляет более 1% древесных видов. Средний возраст деревьев — около 40 лет. Возраст наиболее старых экземпляров — более 60 лет, жизнеспособность снижается после 50 лет вследствие поражения паразитами (табл. 3). В дендропарке ботанического сада произрастает в дубовых лесах как сопутствующая порода. В пределах естественного ареала вид считается ветроустойчивым. Механические свойства древесины очень высоки.

Однако в искусственных насаждениях Донецка взрослые деревья могут представлять опасность, поскольку часто поражаются корневой гнилью, что приводит к разрушению якорных корней и падению внешне здорового дерева даже при относительно невысокой средней скорости ветра (6–7 м/с). Часто под действием ветра у дерева обламываются скелетные ветви. Для предотвращения падения и облома ветвей необходим регулярный осмотр старых

Таблица 3. Эколого-морфологическая характеристика гледичии трёхколючковой в условиях г. Донецка

Высота	до 25 (30) м		
Форма кроны	раскидистая		
Темп роста	быстрый		
Критический возраст	более 60 лет		
Отношение			
к почве	нетребователен		
влаге	нетребователен		
температуре	морозостоек, засухоустойчив		
декоративность	формой кроны, листьями		
использование	аллеи, одиночные и групповые посадки, для затенения		
Устойчивость к механическим нагрузкам			
статическим	+		
динамическим	土		

Обозначения: «+» – отлично справляется с данными видами нагрузки (устойчив); «±» – среднеустойчив к ветровым нагрузкам

деревьев для выявления корневой гнили (по наличию плодовых тел или акустическими способами). Вследствие тонкой коры гледичия трёхколючковая не устойчива к пожарам, это ограничивает её применение в пожароопасных зонах.

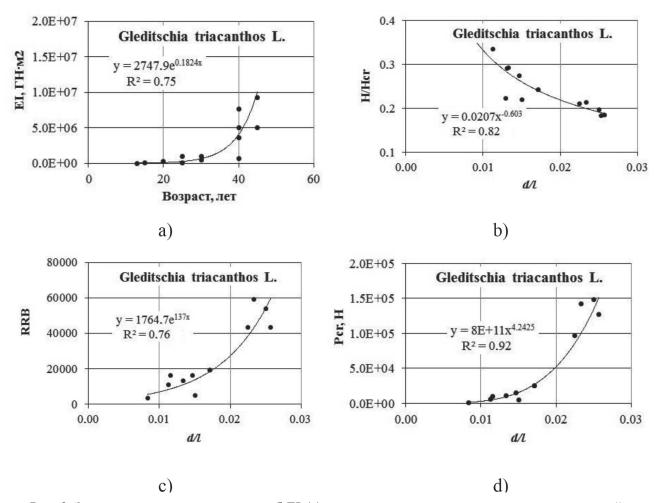
Исследование механической устойчивости гледичии *Gleditsia triacanthos* L. показало, что для всех изученных растений возрастная зависимость жёсткости на изгиб (рис. 2, a) носит степенной характер (R^2 =0.75). Зависимости на рисунке построены для спелых насаждений. Общей тенденцией является увеличение механической устойчивости деревьев до момента достижения ими критического возраста в условиях города.

Относительное сопротивление изгибу RRB прямо зависит от MOE. Поскольку с увеличением толщины ствола RRB растёт в квадратичной зависимости (рис. 2, с) [14], ясно, что в первую очередь потере устойчивости подвержены деревья низших классов жизненных состояний, которые

характеризуются минимальным отношением диаметра ствола к высоте (d/l<0.01) и наименьшим запасом прочности ствола [15]. Относительное сопротивление изгибу отражает изменение устойчивости дерева к механическим нагрузкам, но не даёт точного значения критической массы или размеров растения, при которых происходит необратимое искривление или облом ствола.

С этой целью можно использовать расчётные значения предельно допустимой нагрузки P_{cr} или массы m_{cr} . Как и RRB они прямо пропорциональны МОЕ [16-18]. Температурное изменение модуля упругости может привести к снижению критической массы до нескольких сотен граммов [18, 19]. Она легко достигается при выпадении осадков и образовании наледи на дереве, а при действии динамического фактора критическая нагрузка снижается ещё на $\sim 20\%$ [20].

Отношение H/H_{cr} (рис. 2, b) показывает потенциально опасные, с точки зрения механической



 $Puc.\ 2.\$ Зависимость жёсткости на изгиб EI (а) от возраста, отношения высоты к критической высоте (b), относительного сопротивления изгибу RRB (c), предельно допустимой нагрузки P_{cr} (d), от отношения диаметра ствола d к длине l видов рода Gleditsia triacanthos L. в условиях антропоегнного загрязнения города Донецка

устойчивости, растения. У таких деревьев рост в высоту превышает прирост в диаметре и при соотношении $H/H_{\rm cr}$ от 0.7 и выше такие растения с высокой вероятностью подвержены необратимым деформациям и вывалу или облому ствола. Нагрузка, при которой такие деревья потеряют механическую устойчивость лежит в диапазоне от нескольких десятков килограмм до 1000 кг (рис. 2, b). Такая нагрузка легко достигается при сильном ветре.

При сравнении механической устойчивости древесных растений в условиях антропогенной нагрузки и при естественных условиях выяснили, что коэффициент d/l является определяющим. Сравнительные зависимости основных показателей устойчивости представлены на рисунке 3.

Критическая масса у растений контрольной группы выше (т.е. они более устойчивы к действию механических нагрузок (R^2 =0.92)) и при увеличении отношения d/l рост зависимости быстрее, чем у деревьев экспериментальной группы (R^2 =0.84). При среднем возрасте 40 лет у деревьев экспериментальной группы d=0.3±0.1 м, H=14.5±3.9 м, а d/1=0.02±0.007, у деревьев контрольной группы при возрасте 70-100 лет, диаметр ствола равен 0.8±0.2 м, высота соответственно 22.3±4.9 м, а d/1=0.04±0.01.

Корреляция основных параметров механической устойчивости от d/l приведена в таблице 4. Связь между отношением $H/H_{\rm cr}$ для экспериментальных растений отрицательная (чем меньше d/l, тем выше аварийность) высокая (сильная теснота связи). Для обеих выборок связь между критической массой и нагрузкой с коэффициентом d/l сильная (0.91-0.92). Для остальных параметров

механической устойчивости у экспериментальной группы растений связь средней тесноты. У контрольных растений связь не прослеживается для параметров RRB и ${\rm H}_{\rm cr}$.

Таблица 4. Теснота связи параметров механической устойчивости с отношением d/l для экспериментальной и контрольной групп Gleditsia triacanthos L.

T ····································							
Параметр механической	Эксперимент	Контроль					
устойчивости	(r)						
H/H _{cr}	-0.79	-0.56					
RRB	0.68	0.11					
P _{cr}	0.91	0.92					
m _{cr}	0.91	0.92					
H _{cr}	0.63	0.04					
EÏ	0.47	0.48					

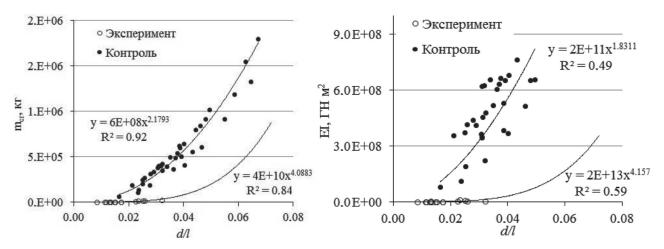
Примечания: r – коэффициент корреляции Пирсона

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пределах естественного ареала критический возраст *Gleditsia triacanthos* L. достигает 120-150 лет, а в условиях города Донецка 60 лет. Средний возраст исследуемых деревьев 40-45 лет и все они находятся в удовлетворительном состоянии.

При воздействии антропогенных факторов отношение d/l для гледичии обыкновенной ниже чем в контроле (P<0.01). Основные параметры механической устойчивости (EI, $H_{\rm cr}$, $P_{\rm cr}$, $m_{\rm cr}$, RRB) напрямую связаны с этим соотношением. Следовательно, чем это соотношение ниже для одного и того же возраста, тем менее устойчиво растение. Для экспериментальной группы деревьев эта связь очень высокая.

В целом, по своим биомеханическим свойствам и устойчивости, порода пригодна для посадки в первых рядах вдоль автомобильных дорог. При достижении гледичии трёхколючковой в



Puc.~3.~ Зависимость критической массы (а) и жёсткости на изгиб (b) от отношения d/l Gleditsia~triacanthos~ L. в естественных условиях (контроль) и антропогенной нагрузки (эксперимент) города Донецка

условиях города 45-60 лет необходимо регулярно проводить работы по мониторингу их аварийности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Поляков А.К. Интродукция древесных растений в условиях техногенной среды. Донецк, Ноулидж, 2009, 268 с.
- 2. Швиденко А.З., Нільсон С., Строчинський А. // Наук. вісн.: Лісівницькі дослідження в Україні. 1996. Вип. 5. С. 222–227.
- 3. Белова Н.А., Травлеев А.П. Естественные леса и степные почвы. Днепропетровск, ДГУ, 1999, 348 с.
- 4. Дерев'янко В.М., Левон Ф.М. Гледичія на Півдні України. К., ННЦ ІАЕ, 2007, 148 с.
- 5. Нецветов М.В., Суслова Е.П. // Промышленная ботаника. 2009. Вып. 9. С. 60–67.
- 6. Niklas K. J., Spatz H.-C. // American Journal of Botany. 2010. Vol. 97 (10). P. 1587–1594.
- 7. Niklas K. J. Plant biomechanics: an engineering approach to plant form and function. Chicago, University of Chicago Press, 1992, 607 p.
- 8. Niklas K.J. Tree Biomechanics with Special Reference to Tropical Trees. In: Goldstein G, Santiago LS (eds) Tropical tree physiology: adaptations and responses in a changing environment. Springer International Publishing, Cham, 2016, Vol. 6, P. 413-435. DOI: 10.1007/978-3-319-27422-5 19
- 9. Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С, Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М. Методы дендрохронологии. Ч. І. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учебно-метод.

Донецкий национальный университет Корниенко В. О., ст. преп. кафедры биофизики Тел.: +38 (099) 221-26-90

E-mail: dayterry@rambler.ru

Воронежский государственный университет Калаев В. Н., доктор биологических наук, профессор кафедры генетики, цитологии и биоинженерии

Тел.: +7 910 345-00-72 E-mail: dr huixs@mail.ru

- пособ. Красноярск, Изд-во КрасГУ, 2000, 80 с.
- 10. Корниенко В.О., Бригневич Е.А. // «Актуальные проблемы наук о земле», материалы международной конференции, 27 октября 2016 г., Ростов-на-Дону, 2016, с. 374-376.
- 11. Корощенко М.Н., Корниенко В.О. // «Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса», материалы международной научной конференции студентов и молодых учёных, 17-20 октября 2017 г., Донецк, 2017, с. 37-40.
- 12. https://www.monumentaltrees.com/en/trees/gleditsiatriacanthos/
- 13. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва, Высшая школа, 1990, 352 с.
- 14. Корниенко В. О., Нецветов М. В. // Промышленная ботаника. 2013. Вып. 13. С. 180–186.
- 15. Корниенко В.О. // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2017. №4. С. 48-50.
- 16. Dahle G.A., James K.R., Kane B., Grabosky J.C., Detter A. // Arboriculture & Urban Forestry. 2017. Vol. 43(3), P. 89–106.
- 17. James K.R., Dahle G.A., Grabosky J., Kane B., Detter A. // Arboriculture & Urban Forestry. 2014. Vol. 40(1), P. 1–15.
- 18. Niklas K.J., Spatz H.C. // Plant physics. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA. 2012. 426 p.
- 19. Nock C, Paquette A, FollettM, Nowak D, Messier C. // Ecosystem. 2013. Vol. 16, P. 1487–1497.
- 20. Sellier D., Fourcaud T. // American Journal of Botany. 2009. Vol. 96(5). P. 885–896. DOI: 10.3732/ajb.0800226.

Donetsk National University

Kornienko V.O., lead educator by Dept. of Biophysics

Ph.: +38 (099) 221-26-90

E-mail: dayterry@rambler.ru

Voronezh State University.

Kalaev V.N., PhD (Biology), DSci. (Biology), Full Professor, dept. of Genetics, Cytology and Bioengineering

Ph.: +7 910 345-00-72 E-mail: dr huixs@mail.ru

ECOLOGICAL, MORPHOLOGICAL AND BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF GLEDITSIA TRIACANTHOS L. IN THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC POLLUTION OF THE CITY OF DONETSK

V. O. Kornienko¹, V. N. Kalaev²

¹ Donetsk National University ² Voronezh State University

Abstract. The paper studies the influence of anthropogenic loads on one of the deserving species for landscaping in the steppe conditions Gleditsia triacanthos L. At the time of the research, the average monthly content of toxic substances (nitrogen dioxide, phenol, formaldehyde, ammonia) in the atmospheric air of Donetsk exceeded the maximum permissible concentration by 30-40%. A study of vibration-acoustic noise along the highway showed that the maximum sound pressure level are in the range of 80-90 dBA, with a frequency spectrum at a maximum energy of 400-800 Hz. In Donetsk, honey locust is more than 1% woody species. The study has shown that growing season terms of honey locust remain unchanged, though duration of some phases, such as bud swelling and breaking of vegetative buds, leafing-out, leaf season, leaf fall beginning and ending, bloom setting and ending in regional conditions reduce on the average in 35%. The masses of locust seed in the Arboretum of Donetsk Botanical Garden and city plantings are stable and differ one from another within the range of 11.6±1.5%. Within the limits of its natural area, the critical age for Gleditsia triacanthos L. is 120-150, that making 60 in urban environments. The age of investigated trees is 40-45 and they are mostly in satisfactory condition. Mechanical resistance depends on elasticity modulus. It is shown, that elasticity losses are attributed to the trees of Gleditsia triacanthos L. of lower vitality class, minimum trunk-height ratio (d/<0.01) and the smallest trunk contingency factor. The adult trees in man-made stands of the city of Donetsk are dangerous on reaching critical age, as they are susceptible to root rotting, that leads to sinker root damages and wind fall of a healthy in appearance trees even in a relatively moderate wind (6-7 m/sec). Among trees examined for mechanical resistance, only a few dangerous trees were revealed those infected with butt rot and growing in very humid environment (flooding area). According to biomechanical properties and resistance of honey locust, this species is fit for planting in the first row of roadside stands.

Keywords: Gleditsia triacanthos L., mechanical stability, modulus of elasticity, critical age.

REFERENCES

- 1. Polyakov A.K. Introduktsiya drevesnykh rastenii v usloviyakh tekhnogennoi sredy. Donetsk, Noulidzh, 2009, 268 p.
- 2. Shvidenko A.Z., Nil'son S., Strochins'kii A. Scientific Bulletin: lesnichestva research in Ukraine. 1996, No. 5, P. 222–227.
- 3. Belova N.A., Travleev A.P. Estestvennye lesa i stepnye pochvy. Dnepropetrovsk, DGU, 1999, 348 p.
- 4. Derev'yanko V.M., Levon F.M. Gledichiya na Pivdni Ukraïni. K., NNTs IAE, 2007, 148 p.
- 5. Netsvetov M.V., Suslova E.P., J. of industrial botany, 2009, No. 9, P. 60–67.
- 6. Niklas K. J., Spatz H.-C. American Journal of Botany, 2010, Vol. 97 (10), P. 1587–1594.
- 7. Niklas K.J. Plant Biomechanics: an engineering approach to plant form and function. Chicago: University of Chicago Press. 1992. 607 p.
- 8. Niklas K.J. Tree Biomechanics with Special Reference to Tropical Trees. In: Goldstein G, Santiago LS (eds) Tropical tree physiology: adaptations and

- responses in a changing environment. Springer International Publishing, Cham, 2016, Vol. 6, P. 413-435. DOI: 10.1007/978-3-319-27422-5 19
- 9. Shiyatov S.G., Vaganov E.A., Kirdyanov A.V., Kruglov V.B., Mazepa V.S, Naurzbaev M.M., Khantemirov R.M. Metody dendrokhronologii. Ch. I. Osnovy dendrokhronologii. Sbor i poluchenie drevesno-kol'tsevoi informatsii: uchebno-metod. posob. Krasnoyarsk, Izd-vo KrasGU, 2000, 80 p.
- 10. Kornienko V.O., Brignevich E.A. «Aktual'nye problemy nauk o zemle», materialy mezhdunarodnoi konferentsii, 27 oktyabrya 2016, Rostov-na-Donu, 2016, p. 374-376.
- 11. Koroshchenko M.N., Kornienko V.O. «Donetskie chteniya 2017: Russkii mir kak tsivilizatsionnaya osnova nauchno-obrazovatel'nogo i kul'turnogo razvitiya Donbassa», materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii studentov i molodykh uchenykh, 17-20 oktyabrya 2017, Donetsk, 2017, p. 37-40.
- 12. https://www.monumentaltrees.com/en/trees/gleditsiatriacanthos/

- 13. Lakin G.F. Biometriya. Moskva, Vysshaya shkola, 1990, 352 p.
- 14. Kornienko V.O., Netsvetov M.V., J. of industrial botany, 2013, No. 13, P. 180–186.
- 15. Kornienko V.O., Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2017, No. 4, P. 48-50.
- 16. Dahle G.A., James K.R., Kane B., Grabosky J.C., Detter A., Arboriculture & Urban Forestry, 2017, Vol. 43(3), P. 89–106.
- 17. James K.R., Dahle G.A., Grabosky J., Kane B., Detter A., Arboriculture & Urban For-

- estry, 2014, Vol. 40(1), P. 1–15. DOI: 10.13140/RG.2.1.1089.1765
- 18. Niklas K.J., Spatz H.C. Plant physics. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA. 2012. 426 p. DOI: 10.1119/1.4730936
- 19. Nock C, Paquette A, FollettM, Nowak D, Messier C., Ecosystem, 2013, Vol. 16, P. 1487–1497. DOI 10.1007/s10021-013-9697-5
- 20. Sellier D., Fourcaud T. American Journal of Botany, 2009, Vol. 96(5), P. 885–896. DOI: 10.3732/ajb.0800226.