

УДК 581.5; 581.543; 582.091; 57.04

TILIA CORDATA (L.) MILL. В ОЗЕЛЕНЕНИИ Г. ТЮМЕНИ

Видякина А.А.¹, Семенова М.В.²

¹ ФГНБ УН «Институт проблем освоения севера Сибирского отделения Российской академии наук», Тюмень, Россия (625048, Тюмень, ул. Малыгина, 86) e-mail: nstya_vid@mail.ru;

² ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет Минобрнауки России», Тюмень, Россия (625003, Тюмень, ул. Семакова, д.10), e-mail: rector@utmn.ru

В статье представлены многолетние исследования (2006-2011 гг.) влияния антропогенной нагрузки города Тюмени на *Tilia cordata* (L.) Mill. Древесные растения вынуждены приспосабливаться к постоянно меняющимся условиям городской среды, что приводит к снижению устойчивости растений. В исследовании были проанализированы особенности прохождения фенологических фаз *Tilia cordata* (L.) Mill. в течение всего вегетационного периода в районах города с различной антропогенной нагрузкой. Выявлены биологические и экологические характеристики растений, отражающие реальное состояние зеленых насаждений в городе и закономерности изменений, происходящих во времени. Так же в данной статье приведены данные жизненного и эстетического состояния изучаемого вида. Отмечено снижение устойчивости и декоративности *Tilia cordata* (L.) Mill. в городских условиях.

Ключевые слова: *Tilia cordata* (L.) Mill., урбоэкосистема, фенологическая фаза, антропогенная нагрузка, древесные растения.

TILIA CORDATA (L.) MILL. IN GARDENING TYUMEN

Vibaykina A.A.¹, Semenova M.V.²

¹ Institute of problems development of the Noth Siberian branch the Russian academy of sciences, Tyumen, Russia (625048, Tyumen, Maligina street, 86) e-mail: nstya_vid@mail.ru

² Tyumen State University, Tyumen, Russia (625003, Tyumen, Semacova street, 10), e-mail: rector@utmn.ru

The paper presents long-term studies (2006-2011 gg.) Influence of anthropogenic load of Tyumen on woody plants species *Tilia cordata* (L.) Mill. Woody plants have to adapt to the constantly changing conditions of the urban environment, which leads to a decrease in the resistance of plants. In our particular study analyzed the passage of phenological phases of *Tilia cordata* (L.) Mill. during the growing season in different parts of the city. The features of the passage of phenological phases *Tilia cordata* (L.) Mill. of climatic and human factors. Identified biological and ecological characteristics of plants, reflecting the real state of green space in the city and the laws of changes over time. Also, in this article the data of life and aesthetic state of plants. Decreased stability and decorative *Tilia cordata* (L.) Mill. in urban environments.

Keywords: *Tilia cordata* (L.) Mill., Urban ecosystems, phenological stage, anthropogenic load, woody plants.

Введение

Интенсивное развитие промышленности в городах способствует значительному ухудшению состояния окружающей среды, что отрицательно сказывается на здоровье людей [4]. Одним из эффективных методов, позволяющих нейтрализовать вредное антропогенное влияние на окружающую урбанизированную среду, является создание древесных и кустарниковых насаждений, которые являются обязательным компонентом нормальной городской среды [9].

Тюмень является крупным городом с развитой промышленностью и городским транспортом, с большими площадями искусственных покрытий, что вызывает значительные изменения в состоянии окружающей среды, формируя особый городской климат [5]. В урбоэкосистемах многие растения, как правило, вынуждены приспосабливаться к

неблагоприятным для них экологическим условиям - загрязненному атмосферному воздуху, недостаточному освещению, своеобразному физико-химическому режиму городских почв и другим факторам среды. Все это приводит в итоге к снижению устойчивости растений. Городские насаждения призваны оздоравливать урбанизированную среду, но сами при этом часто нуждаются в защите. Многие из изучаемых биологических и экологических характеристик растений отражают реальное состояние зеленых насаждений в городе и закономерности изменений, происходящих во времени, а также являются достоверными индикаторами качества городской среды и могут использоваться в системе мониторинга загрязнения воздуха и почв. [10].

В связи с этим, целью нашей работы было проведение фенологических наблюдений за Липой сердцевидной (*Tilia cordata* (L.) Mill.) в районах с разной антропогенной нагрузкой, а так же оценка ее жизненного состояния.

Tilia cordata (L.) Mill. крупное дерево высотой до 30 м с раскидистой кроной и мощными стволами, с темной, почти черной глубоко трещиноватой корой, молодые веточки красно-бурые, обычно голые. Листья очередные, длинночерешковые, сердцевидные, темно-зеленые, голые сверху, пильчатые, с длиннозаостренной верхушкой, обычно симметричные, реже неравнобокие, ширина почти такая же, как и длина, снизу листья сизовато-зеленые, с пучками желтовато-бурых волосков в узлах жилок. Цветки желтовато-белые, душистые, диаметром 10 мм, собраны по 3—15 штук в полузонтики. Плод — орех, 4-8 мм в диаметре, шаровидный, войлочно-опушенный, с деревянистой или кожистой оболочкой, бурый; семена широкообратнояйцевидные, длиной 4-5 мм, блестящие, красно-бурые. Цветет в конце июня — в июле. Цветение продолжается около двух недель, плоды созревают в августе — сентябре [8].

На территории Тюменской области *Tilia cordata* (L.) Mill. является аборигенным видом и чаще всего растет в смеси с пихтой сибирской, елью, кедром, березой и осиной. Иногда образует чистые или почти чистые насаждения. В целом в Сибири данный вид следует считать реликтом, о чем говорит и состав живого напочвенного покрова липняков. Сокращение численности видов наблюдается под воздействием антропогенного фактора [7].

Липа сердцевидная является одним из самых многочисленных представителей по количеству деревьев используемых в озеленение города Тюмени – 21,4% от общего числа видов.

Материалы и методика исследования

Исследования проводились с 2006 по 2011 год. Объектом исследования служили древесные растения вида *Tilia cordata* (L.) Mill., произрастающие в 2-х районах города с разной антропогенной нагрузкой: Загородный сад и улица Первомайская (район городской администрации). Основными загрязнителями воздуха на данных участках являются: оксид углерода, диоксид азота, формальдегиды и сажа.

Исследуемый участок на ул. Первомайская располагается вдоль одной из главных автомобильных дорог города, на данной территории отмечено превышение концентрации ПДК оксида углерода, диоксид азота и формальдегида в несколько раз (ПДК CO₂ = 1,2; ПДК NO₂ = 1,1; ПДК формальдегида = 1,5) [5]. Кроме того, интерес к липам, произрастающим вдоль ул. Первомайская связан с тем, что данные древесные растения окутаны сетью светодиодных гирлянд все 6 лет наблюдений.

Во второй точке, Загородном саду, отмечено незначительное превышение концентрации ПДК оксида углерода (ПДК CO₂ = 1,1) [5], наличие искусственного освещения (фонарей, ламп дневного освещения) наблюдается на всей территории исследования.

Контролем служили деревья, произрастающие на 23 км Велижанского тракта, где не обнаружено превышения концентрации ПДК загрязняющих веществ и отсутствует искусственное освещение. Таким образом, наблюдаемые городские растения находятся под влиянием целого комплекса негативных факторов, связанных с антропогенным загрязнением среды обитания и соответствующим образом реагируют на него.

Показателем соответствия условий среды потребностям живых организмов является нормальное протекание фенологических фаз развития и жизненного состояния [7].

Фенологические наблюдения, проводились по Методике фенологических наблюдений в ботанических садах (1979 г.) написанной коллективом авторов М.С. Александровой, Н.Е. Булыгиным, В.Н. Ворошиловым [2]. Средний возраст исследуемых деревьев составляет 30-40 лет, что по биологической классификации возрастов древесных пород С. В. Белова соответствует зрелости – репродуктивный период онтогенеза.

Для изучения фенологических особенностей и различий развития древесных пород в условиях города наблюдения проводили за фенофазами: Пч1 - набухание почек; Пч2 - развертывание (раскрывание) почек; Пб1 - начало линейного роста побегов; Пб2 - окончание линейного роста побегов; О1 - частичное одревеснение побегов; О2 - полное одревеснение побегов; Л1 - обособление листьев (облиствение); Л2 - листья имеют свойственную им форму, но не достигли нормального размера; Л3 - завершение роста и вызревания листьев; Л4 - расцветивание отмирание листьев; Л5 - опадение листьев; Ц1 - набухание почек; Ц2 - развертывание почек; Ц3 - бутонизация; Ц4 - начало цветения;

Ц5 - окончание цветения; Пл1 - завязывание плодов; Пл2 - незрелые плоды достигли размеров зрелых; Пл3 - созревание плодов; Пл4 - опадение зрелых плодов [2].

Результаты и их обсуждение

Шестилетние результаты исследований показали, что прослеживается отклонение в фазах развития древесных растений на опытных участках в городской черте и контрольном участке (табл. 1).

По годам можно проследить отклонения в фазах начала вегетации (Пч1, Пч2) практически у всех древесных растений. Это связано с различными температурными показателями, как на территории областного центра, так и за его пределами. В годы с ранней и дружной весной (2007 г., 2010 г., 2011 г.) начало вегетации наблюдалось в начале второй декады апреля. В 2007г. фаза набухания почек на всех трех опытных участках начиналась с 10 по 13 апреля, а в 2010 г. и 2011 г. данная фаза протекала в период с 15 по 20 апреля. В годы с затяжной и холодной весной (2006 г., 2009 г.) сроки начала вегетации сдвигались, на территории города фаза набухания почек зафиксирована 24 апреля, а на контрольном участке 4 мая [3].

По данным, приведенным в таблице 1, прослеживаются значительные изменения в фазах развития *Tilia cordata* на ул. Первомайская, по сравнению с липами, произрастающими в Загородном саду и на контрольном участке. В первые два года наблюдений (2006 – 2007 г.) отмечено более раннее прохождение всех основных фаз развития (Пч1, Пч2, Л1, Л3, Ц4) в среднем на 4-5 суток (Рис. 1), что подтверждает данные Л. Детари и В. Карцаги (1984 г.), которые утверждают, что «... специальное увеличение длины дня с помощью искусственного освещения стимулирует процессы развития культурных растений» [6]. Появление на древесных растениях светодиодных гирлянд ускорило процессы сезонного развития

древесных растений (табл.1).

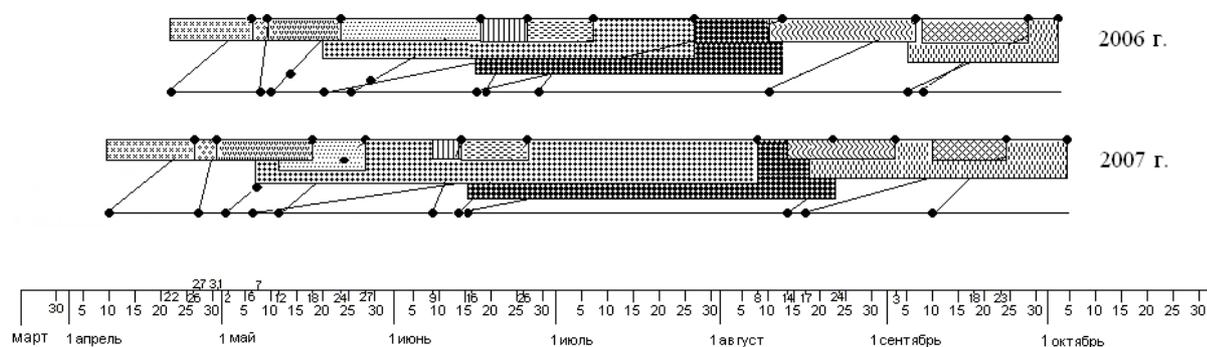


Рисунок 1. Фенологические спектры *Tilia cordata* (L.) Mill. 2006 – 2007 г.

- | | | | |
|--|--|--|----------------------------------|
| 1 [Pattern] - Пч ₁ | 5 [Pattern] - Л ₁ →Л ₂ →Л ₃ | 9 [Pattern] - Пл ₁ →Пл ₂ | 13 [Pattern] - Пч _{1/3} |
| 2 [Pattern] - Пч ₂ | 6 [Pattern] - Л ₄ →Л ₅ | 10 [Pattern] - Пл ₃ | |
| 3 [Pattern] - Пб ₁ →Пб ₂ | 7 [Pattern] - Ц ₁ →Ц ₂ →Ц ₃ | 11 [Pattern] - Пл ₄ | |
| 4 [Pattern] - О ₁ →О ₂ | 8 [Pattern] - Ц ₄ →Ц ₅ | 12 [Pattern] - Пч _{1/2} | |

Таблица 1

Даты наступления фенологических фаз *Tilia cordata* (L.) Mill. с 2006 по 2011г.г.

Фено- фазы	Ул. Первомайская (Администрация г. Тюмени)						Загородный сад (ул. Профсоюзная)						Контроль (23 км. Велижанского тракта)					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Пч ₁ н к	22.04	9.04	21.04	24.04	16.04	21.04	27.04	10.04	14.04	12.04	10.04	8.04	4.05	13.04	18.04	15.04	15.04	12.04
	9.05	23.04	9.05	13.05	3.05	25.04	15.05	25.04	3.05	6.05	25.04	25.04	18.05	26.04	3.05	26.04	28.04	25.04
Пч ₂ н к	10.05	24.04	10.05	14.05	4.05	26.04	17.05	26.04	4.05	7.05	27.04	26.04	19.05	28.04	4.05	27.04	29.04	26.04
	13.05	5.05	13.05	16.05	8.05	29.04	18.05	3.05	9.05	10.05	30.04	29.04	21.05	30.04	7.05	2.05	2.05	29.04
Пб ₁	18.05	6.05	13.05	11.05	4.05	3.05	20.05	6.05	13.05	11.05	4.05	3.05	23.05	3.05	9.05	4.05	3.05	2.05
Пб ₂	23.07	18.07	29.07	4.08	28.07	6.08	26.07	18.07	29.07	4.08	28.07	6.08	30.07	24.07	24.07	20.07	20.07	19.07
О ₁	18.06	15.06	14.06	6.07	19.06	8.06	18.06	15.06	14.06	6.07	19.06	8.06	20.06	18.06	12.06	14.06	14.06	10.06
О ₂	13.08	24.08	16.08	12.08	18.08	23.08	13.08	24.08	16.08	12.08	18.08	23.08	21.08	19.08	20.08	18.08	21.08	24.08
Л ₁	14.05	7.05	14.05	17.05	10.05	31.04	19.05	4.05	10.05	11.05	2.05	31.04	22.05	1.05	8.05	3.05	3.05	1.05
Л ₂	16.05	14.05	18.05	19.05	12.05	2.05	22.05	13.05	12.05	12.05	5.05	2.05	24.05	5.05	10.05	5.05	4.05	3.05
Л ₃	21.05	23.05	26.05	23.05	-	-	24.05	21.05	26.05	14.05	18.05	13.05	28.05	16.05	21.05	16.05	16.05	12.05
Л ₄	6.09	27.08	25.08	21.08	27.08	21.08	10.09	17.08	3.09	21.09	9.09	12.09	13.09	18.09	12.09	14.09	14.09	18.09
Л ₅	21.09	18.09	24.09	20.09	18.09	14.09	21.09	18.09	6.10	3.10	13.10	10.10	29.09	4.10	8.10	10.10	10.10	16.10
Ц ₁	23.05	18.05	26.05	-	-	-	25.05	12.05	21.05	31.04	6.05	5.05	23.05	12.05	10.05	-	18.05	12.05
Ц ₂	12.06	28.05	17.06	-	-	-	16.06	24.05	6.06	21.04	15.05	16.05	16.06	13.06	12.06	-	10.06	13.06
Ц ₃	15.06	30.05	22.06	-	-	-	18.06	27.05	12.06	23.04	21.05	18.05	19.06	16.06	15.06	-	12.06	16.06
Ц ₄	21.06	2.06	25.06	-	-	-	23.06	9.06	18.06	27.04	23.05	20.05	25.06	18.06	18.06	-	19.06	18.06
Ц ₅	27.06	23.06	7.07	-	-	-	27.06	15.06	29.06	15.05	4.06	29.05	1.07	29.06	29.06	-	27.06	29.06
Пл ₁	28.06	24.06	8.07	-	-	-	28.06	16.06	30.06	17.05	5.06	31.05	2.07	2.08	1.07	-	4.07	2.08
Пл ₂	17.07	6.07	21.07	-	-	-	17.07	4.07	10.07	19.05	14.06	10.06	18.07	16.08	15.08	-	16.07	16.08
Пл ₃ н к	10.08	24.08	24.08	-	-	-	10.08	14.08	28.08	15.08	29.08	26.09	28.08	27.08	26.08	-	20.08	27.08
	6.09	4.09	12.09	-	-	-	6.09	3.09	6.09	8.09	10.09	13.09	17.09	10.09	14.09	-	13.09	10.09
Пл ₄ н к	18.09	12.09	16.09	-	-	-	18.09	10.09	12.09	16.09	18.09	16.09	19.09	14.09	16.09	-	15.09	14.09
	29.09	24.09	29.09	-	-	-	29.09	23.09	27.09	28.09	5.10	23.09	27.09	21.09	24.09	-	28.09	21.09

В последующие годы наблюдений (2008 – 2011 гг.) прослеживается обратная связь, отмечается резкое замедление фаз развития у *Tilia cordata* (Пч1, Пч2, Л1, Л3) в среднем на 5 – 10 суток, по сравнению с экземплярами произрастающими на контрольном (Велижанский тракт) и опытном (Загородный сад) участках.

В 2010 – 2011 гг. отсутствовала фаза Л3 (завершение роста и вызревания листьев), листья не достигли нормальных размеров. С каждым годом сроки наступления фенофаз у лип со светодиодными гирляндами отодвигаются в среднем на 3-4 дня.

При проведении фенологических наблюдений особое внимание было уделено фазе начала цветения. Наблюдения показали, что в 2006 – 2007 гг., календарные сроки начала цветения незначительно менялись, но последовательность зацветания была постоянной [11]. Наиболее раннее цветение было у лип, произрастающих на ул. Первомайская, затем зацветали липы в Загородном саду, и в самую последнюю очередь, фаза цветения отмечалась на контрольном участке, что в большей степени связано с температурным фактором.

В 2008 г. происходит отодвигание сроков наступления фазы цветения у лип, произрастающих вдоль улицы Первомайская в среднем на 8 суток. С 2009 г. по 2011 г. фаза цветения у лип оплетенных сетью светодиодных ламп отсутствовала, это свидетельствует об угнетении древесных растений. В 2009 г. отмечалось отсутствие фазы цветения у *Tilia cordata* на контрольном участке, данное явление, явилось следствием резкого похолодания в период фазы бутонизации, в результате чего произошло подмерзание и опадение бутонов, и как следствие, отсутствие фазы плодоношения.

Осенние фазы развития у наблюдаемых экземпляров Липы сердцевидной на центральной улице города претерпевали значительные изменения в сроках наступления фазы пожелтения листьев. Фаза Л4 наступала на 12-15 дней раньше по сравнению с контрольным и вторым опытным участком, следовательно происходит более ранний листопад, что совершенно не существенно для данного вида. Наши наблюдения опровергают утверждение И.М. Чернова, А. М. Былова, (1981), что «... У деревьев, растущих в городах близ уличных фонарей, осенний день оказывается удлиненным, в результате у них задерживается листопад, и они чаще подвергаются обморожению».

Еще одним из основных показателей негативного влияния антропогенной нагрузки на древесные растения является оценка жизненного состояния (ЖС) (табл.2). Оценка жизненного состояния *Tilia cordata* на 3-х площадках с 2006 г. по 2011г. проводилась визуальным методом по 5-ти бальной системе Е. Н. Андреевой [1]. В основу метода положено визуальное определение степени нарушения ассимиляционного аппарата, количество живых ветвей в кроне, степень облиственности кроны, количество живых листьев (без некрозов) в кроне.

Таблица 2

Жизненное состояние *Tilia cordata* (L.) Mill. на территории г. Тюмени.

Площадки наблюдений	2006г.	2007г.	2008г.	2009г.	2010г.	2011г.
Ул.Первомайская (Администрация г. Тюмени)	2	2	3	3	4	5а
Загородный сад (ул. Профсоюзная)	1	1	1	2	2	2
Контроль (23 км. Велижанского тракта)	1	1	1	1	1	1

Примечание: 1- здоровое дерево, без видимых повреждений; 2- поврежденное дерево, снижение кроны до 30-40%; 3 – сильно поврежденное дерево, снижение густоты кроны на 50-70%; 4 – отмирающее дерево, густота кроны составляет менее 15 - 20%; 5а – свежий сухостой, деревья, погибши в последний год.

Оценка жизненного состояния показала, что низкими значениями ЖС характеризуются деревья, произрастающие вдоль ул. Первомайская. На данном участке влияние городской среды на древесные растения усугубляется возрастающим с каждым годом негативным воздействием автомобильного транспорта, а так же наличием светодиодных гирлянд, которые закреплены на стволах и ветвях деревьев с помощью металлической проволоки и гвоздей. В 2006 – 2007 годах отмечено снижение облиственности крон, ЖС = 2 баллам, деревья характеризуются как ослабленные. В последующие годы (2008 – 2010) наблюдалось ухудшение ЖС: уменьшение густоты кроны, появление некрозов на листьях, увеличение механических повреждений от уборочной техники. В конце 2011 г. у 35% деревьев ЖС=5 баллам (свежий сухостой), весной 2012 г. данные деревья подверглись вырубке (табл.2).

На двух других участках (Загородный сад и 23 км. Велижанского тракта) результаты исследования показали, что ЖС снижается на 4 - 5% за счет потери живых ветвей в кроне. В 2009 – 2010 гг. отмечено более существенное снижение ЖС до 2 баллов (Загородный сад), это, в первую очередь, связано с повреждением стволов техникой при уходе за газонами, кроме того, нами отмечены незначительные некрозы на листьях. На Велижанском тракте деревья можно охарактеризовать как здоровые с элементами ослабления.

Выводы

В городской среде на участках локального действия выбросов автотранспорта у *Tilia cordata* (L.) Mill. снижается устойчивость к загрязнению атмосферного воздуха и декоративность. Липа сердцевидная является не устойчивой к дополнительному светодиодному освещению.

Несмотря на положительную динамику в первые годы исследования происходит ухудшение жизненного состояния деревьев, что в конечном результате приводит к гибели древесных растений.

Список литературы

1. Андреева Е.Н. Методы изучения лесных сообществ./ Е.Н. Андреева – СПб. : НИИХимии, 2002. - 240 с.
2. Бухвалов В.Н., Богданова Л.В., Купер Л.З. Методы экологических исследований / В.Н. Бухвалов, Л.В. Богданова, Л.З. Купер. - М.: Наука, 1995. - 168 с.
3. Видякина А.А, Семенова М.В. Сезонное развитие аборигенных и интродуцентных видов г. Тюмени // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения – 2009 - № 9. – С. 95-100.
4. Горохов В.А. Городское зеленое строительство / В.А. Горохов – М.:Стройиздат, 1991. – 400 с.
5. Гусейнов А.Н., Экология города Тюмени состояние, проблемы / А.Н. Гусейнов – Тюмень: Слово, 2001. - 176 с.
6. Детари Л., Карцаги В. Биоритмы. / Л. Детари, В. Карцаги - М.: Мир, 1984. - 160 с.
7. Качалов А.А. Деревья и кустарники. / А.А. Качалов – М.: Лесная промышленность, 1970. - 369 с.
8. Коропачинский И.Ю., Востовская Т.Н. Древесные растения азиатской России / И.Ю. Коропачинский, Т.Н. Востовская – М.: СО РАН, 2002. - 707 с.
9. Ключева В.П. Тюмень XXI века / В.П. Ключева, В.И. Ульянов, Д.А. Борисов и др. – Тюмень : ИПОС СО РАН, 2002. - 335 с.
10. Сергейчик С.А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде / С.А. Сергейчик - Минск, 1994. – 385 с.
11. Семенова М.В., Видякина А.А., Бачурина Е.А. Современное состояние различных скверов г. Тюмени // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2010. - № 10. – С. 80-84.

Рецензенты:

Соромотин А.В., д.б.н., директор НИИ «Экологии и рационального использования природных ресурсов ТюмГУ», г.Тюмень.

Попов П.П., д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории экологии математического моделирования и ГИС-технологий Института проблем освоения севера СО РАН, г.Тюмень.