

Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

Оригинальная статья

УДК 630*181.2; 630*181.7

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-103-109



ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО (*POPULUS BALSAMIFERA* L.) В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ БРАТСКА

Гарус Иван Александрович, канд. техн. наук, доцент;

SPIN-код: 9069-9271, AuthorID: 957259; ivan-garus@yandex.ru

Рунова Елена Михайловна, д-р с.-х. наук, профессор;

SPIN-код: 5662-5260, AuthorID: 423869; runova0710@mail.ru

Орлова Юлия Владимирована, аспирант;

AuthorID: 957259; yulenska_peiner@mail.ru

Братский государственный университет – БрГУ; 665709, г. Братск, ул. Макаренко, 40, Россия

Аннотация. Цель исследований – состояние тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в условиях промышленных центров Сибири на примере г. Братска. Братск отличается суровыми природно-климатическими условиями, высоким уровнем загрязнения газообразными и твердыми выбросами и включен в Федеральный проект «Чистый воздух». *Populus balsamifera* L. – интродуцент (родина Северная Америка) – настолько хорошо приспособился к условиям Восточной Сибири, что с высокой вероятностью может быть отнесен к инвазионным видам, так как вегетативное размножение позволило ему стать доминантным видом зеленых насаждений города. Проведены комплексные исследования состояния тополя бальзамического в городской среде. Обследовано 2586 деревьев, из них 623 дерева являлись модельными, для которых использовались инструментальные методы исследования. На основании проведенных исследований установлено, что продолжительность жизни тополей в загрязненной городской среде, особенно вдоль автомобильных дорог, составляет не более 20-30 лет. К 30-40 годам тополя находятся уже в критическом состоянии, усыхают или относятся к сухостою (4-5 баллов жизненного состояния). Деревья тополя являются уязвимыми перед ядровой гнилью и иными заболеваниями древесины. По данным инструментального наблюдения, более 50% всех тополей в г. Братске поражены различными заболеваниями и гнилями. На основании проведенных исследований можно рекомендовать использовать тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) как породу, которую желательно своевременно заменять в возрасте 40-50 лет на другие породы, более долговечные и устойчивые к гнилям и болезням.

Ключевые слова: тополь бальзамический, зеленые насаждения, дендрохронология, Resistograph®

Формат цитирования: Гарус И.А., Рунова Е.М., Орлова Ю.В. Оценка состояния тополя бальзамического (*Populus Balsamifera* L.) в зеленых насаждениях Братска // Природообустройство. 2023. № 4. С. 103-109.. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-103-109.

© Гарус И.А., Рунова Е.М., Орлова Ю.В., 2023

Original article

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF BALSAMIC POPLAR (*POPULUS BALSAMIFERA* L.) IN THE GREEN SPACES OF BRATSK

Garus Ivan Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor;

SPIN-код: 9069-9271, AuthorID: 957259; ivan-garus@yandex.ru

Runova Elena Mikhaylovna, doctor of agricultural sciences, professor;

SPIN-код: 5662-5260, AuthorID: 423869; runova0710@mail.ru

Orlova Yulia Vladimirovna, post graduate student;

AuthorID: 957259; yulenska_peiner@mail.ru

Bratsk State University – BrSU, 665709, Bratsk, ul., Makarenko 40, Russia

Annotation. The article is devoted to the study of the state of balsamic poplar (*Populus balsamifera* L.) in the conditions of industrial centers of Siberia on the example of the city of Bratsk. Bratsk is characterized by harsh natural and climatic conditions, high levels of pollution by gaseous and solid emissions, and is included in the Federal Clean Air Project. (*Populus balsamifera* L.) introduced poplar (native to North America) has adapted so well to the conditions of Eastern Siberia that it can be classified as an invasive species with a high probability, since vegetative reproduction has allowed it to become the dominant species of the city's green spaces. Comprehensive studies of the condition of balsamic poplar in the urban environment have been carried out. A total of 2.586 trees were examined, of which 623 trees were modern, for which instrumental research methods were used. Based on the conducted studies, it was found that the life expectancy of poplars in a polluted urban environment, especially along highways, is no more than 20-30 years. By the age of 30-40, poplars are already in critical condition, shrink or even belong to the old deadwood (4-5 points of vital condition). Poplar trees are vulnerable to sound rot and other diseases of wood and leaves. According to instrumental observation, more than 50% of all poplars in Bratsk are affected by various diseases and rot. Based on the studies conducted, it can be recommended to use balsamic poplar (*Populus balsamifera* L.) as a breed that should be replaced in a timely manner at the age of 40-50 years, with others more durable and resistant to rot and diseases.

Keywords: balsamic poplar, green spaces, dendrochronology, Resistograph®

Format of citation: Garus I.A., Runova E.M., Orlova Y.V. Assessment of the state of balsamic poplar (*Populus Balsamifera* L.) in the green spaces of Bratsk // *Prirodoobustrojstvo*. 2023. № 4. P. 103-109. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-103-109.

Введение. Тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) является самым распространенным древесным растением на селитебных территориях г. Братска. Доля его в общем объеме зеленых насаждений на территориях общего пользования достигает 70% и более. Облик озеленения города формирует именно тополь бальзамический.

Тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) является интродуцентом (родина его – Северная Америка). Он оказался самым газоустойчивым видом в условиях высокого уровня загрязнения г. Братска, обладает высокой скоростью роста даже в неблагоприятных климатических и экологических ситуациях, так как это один из самых морозоустойчивых видов тополей.

Для озеленения городов важна способность тополя к поглощению газообразных выбросов и осаждению пыли [1-10]. По объему выделяемого кислорода тополь не имеет равных среди всех деревьев, произрастающих в г. Братске. Характерная особенность тополя, благодаря которой он занял ведущие позиции по озеленению, – быстрый рост: уже в возрасте 5-10 лет дерево может рассматриваться как взрослое [11-13].

Цель исследований: комплексная оценка состояния насаждений тополя бальзамического в условиях резко континентального климата Восточной Сибири и высокого уровня промышленного и рекреационного воздействия.

Материалы и методы исследований.

Объектом исследований являлись зеленые насаждения тополя бальзамического в различных частях г. Братска. Город Братск является крупным промышленным центром Иркутской области. По уровню загрязнения он входит в десятку наиболее загрязненных городов Российской Федерации и включен в Федеральный проект «Чистый воздух». Исследования проводились несколькими методами: визуальным, при котором оценивалось общее состояние деревьев; инструментальным – с использованием лесотаксационных приборов и инструментов.

Применяя инструментальный метод исследований, использовали модельные деревья разного возраста и жизненного состояния. В общей сложности было обследовано 2586 деревьев, из них 623 дерева являлись модельными, для которых использовались инструментальные методы исследования.

Для каждого дерева был составлен паспорт с указанием места произрастания дерева, возраста, диаметра на высоте 1,3 м, высоты [15], индекса жизненного состояния по Алексею [14], наличию видимых пороков ствола и кроны [16]. С целью определения аварийности деревьев, их возраста, условий роста и развития были проведены дендрохронологические исследования, для чего с помощью возрастного бурава были взяты и обработаны на приборе Lintabtm-6 керны

с использованием методов перекрестного датирования [17]. Обработка результатов проводилась в программе TSAP Win. Также проведены исследования качества стволов и наличия в них гнили с использованием прибора компании Rinntech-Resistograph® методом определения сопротивления древесины сверлению. Обработка результатов исследований производилась с использованием компьютерной программы Decom [18]. Все полученные результаты измерений обрабатывались с использованием методов математической статистики.

Результаты и их обсуждение. По результатам исследований выявлено, что распространение в г. Братске *Populus balsamifera* L. является повсеместным. Роль тополя бальзамического в зеленых насаждениях города является разнообразной. Тополь формирует садовые и парковые насаждения, озеленение придомовых территорий и внутриквартальных скверов, аллей вдоль пешеходных дорожек, озеленение вдоль улиц.

По результатам визуального обследования насаждений тополя бальзамического установлено, что тополя чрезвычайно подвержены повреждениям ствола ввиду особенностей строения тканевой ствола. По наблюдениям, полученным в ходе исследований, установлено, что более 35% тополей имеют искривление ствола и механические повреждения. При этом многие деревья можно отнести к аварийным, так как угол наклона их составляет 45° и более.

Тополь имеет большое количество видимых пороков ствола и кроны (усыхание побегов и кроны, сухобокость, трещины, наросты, обдиры коры). Эти повреждения в дальнейшем провоцируют появление стволовых гнилей. Срок жизни здоровых тополей в загрязненной городской среде, особенно вдоль автомобильных дорог, составляет не более 20 лет. К 30-40 годам тополя находятся уже в критическом состоянии, усыхают или относятся к сухостою (4-5 балл жизненного состояния). Тополь с возрастом становятся весьма хрупкими, при воздействии ветра образуя буреломы из ветвей и целых стволов. Благодаря поглощению пыльцы цветковых растений пух тополей становится сильным аллергеном, а его скопления (высотой до 30 см, что отмечено в июле 2021-2022 г.) – пожароопасным.

Тополь – единственное дерево, которое систематически подвергается кронированию и санитарным обрезкам, преимущественно вдоль улично-дорожной сети, но встречается и внутри кварталов, а также в парках. Кронирование зачастую производится с полной обрезкой ветвей выше определенного уровня (3-4 м), санитарная

обрезка может оставлять от дерева пеня. Подобные мероприятия значительно сокращают срок жизни дерева, открывают его проводящие ткани для гнили и фактически уничтожают пыле- и шумозащитную, декоративную функции, а также стимулируют неуправляемое вегетативное размножение деревьев.

В таблице 1 приведены результаты измерения биометрических показателей модельных деревьев тополя бальзамического.

Как следует из таблицы, большинство обследованных деревьев имели возраст 50-60 лет. Подавляющее число тополей было посажено в 70-е и 80-е гг. XX в. На рисунках 1, 2 показана зависимость диаметров и высоты деревьев в зависимости от возраста. Прослеживается довольно тесная корреляция таксационных показателей с возрастом ($R^2 = 0,87$ и выше).

Таблица 1. Средние биометрические показатели модельных деревьев тополя бальзамического

Table 1. Average biometric indicators of model balsamic poplar trees

Возраст, лет Age, years	Количество модельных деревьев, шт. Number of model trees, pcs.	DI ₃ , ср, см DI ₃ av, cm	Нсп, м Hav, m	Средний балл категории состояния Average score of condition category
10	31	12,4±0,71	7,8±0,64	1,2±0,07
20	54	13,8±0,64	16,4±0,87	1,4±0,06
30	69	16,6±0,55	17,3±0,93	2,1±0,09
40	72	21,8±1,06	18,0±0,78	2,4±0,08
50	103	24,0±0,87	18,5±1,01	3,6±0,07
60	124	26,3±1,54	20,6±0,98	3,9±0,09
70	75	32,9±1,64	20,8±1,12	4,0±0,10
80	47	38,4±0,99	22,9±1,35	4,1±0,11
90	48	53,3±0,79	23,1±1,28	4,1±0,96
	623			

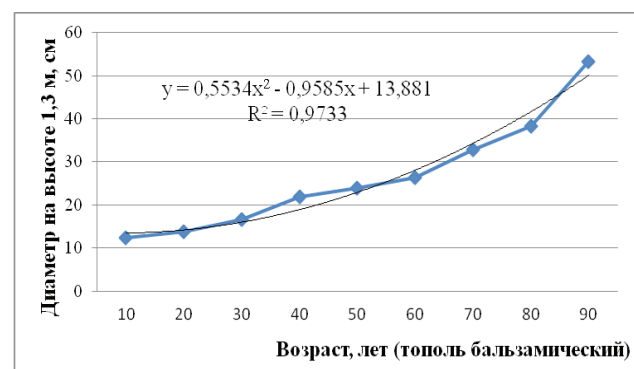


Рис. 1. Зависимость диаметра тополя бальзамического от возраста

Fig. 1. The dependence of the diameter of the balsamic poplar on the age

На рисунке 3 представлен график высот тополя бальзамического. Взаимосвязь среднего диаметра тополей и их высоты прослеживается ($R^2 = 0,873$) несмотря на то, что многие деревья подвергались обрезке.

Данные графика (рис. 3) подтверждают, что в условиях резко континентального климата Братска тополь как интродуцент отличается довольно высокой скоростью роста и большим

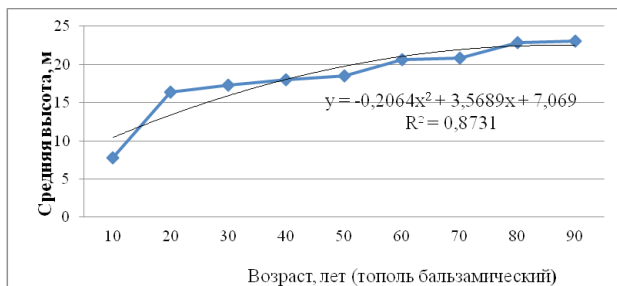


Рис. 2. Зависимость высоты деревьев от возраста
Fig. 2. Dependence of height of trees on age

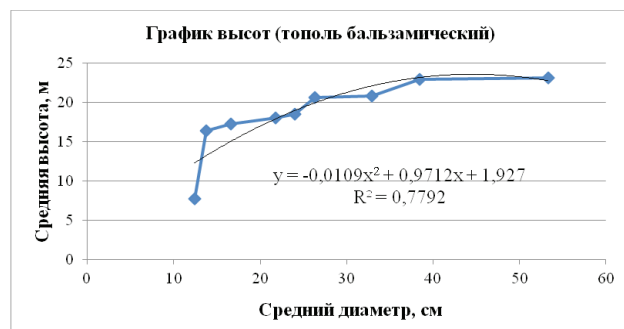


Рис. 3. Взаимосвязь диаметра и высоты тополя бальзамического у обследованных деревьев

Fig. 3 The relationship between the diameter and height of the balsamic poplar in the surveyed trees

диаметром ствола (до 60 см при высоте до 24 м) в отличие от многих других инородных видов, которые часто в данных климатических условиях не достигают высоты 5-10 м.

Как следует из рисунка 4, с возрастом существенно снижается уровень жизненного состояния. Деревья в возрасте свыше 50 лет относятся к категории сильно ослабленных, характеризующихся отмиранием ветвей и кроны, многочисленными повреждениями ствола и кроны (балл категории 1 – здоровые деревья; балл категории 5 – сухой).

На рисунке 5 представлены дендрохронологические ряды тополя бальзамического разного возраста из различных частей города.

Относительная синхронность дендрохронологических рядов тополя бальзамического в различных районах города подтверждает, что несмотря на различные микроклиматические, почвенные и экологические факторы, формирование годичных слоев подчиняется общим тенденциям климата по Братску и его районам.

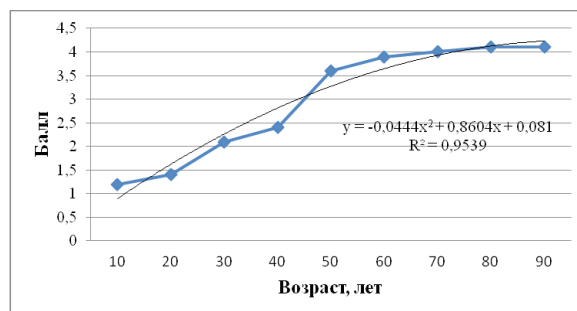


Рис. 4. Зависимость среднего балла жизненного состояния от возраста

Fig. 4. The dependence of the average score of life status on age

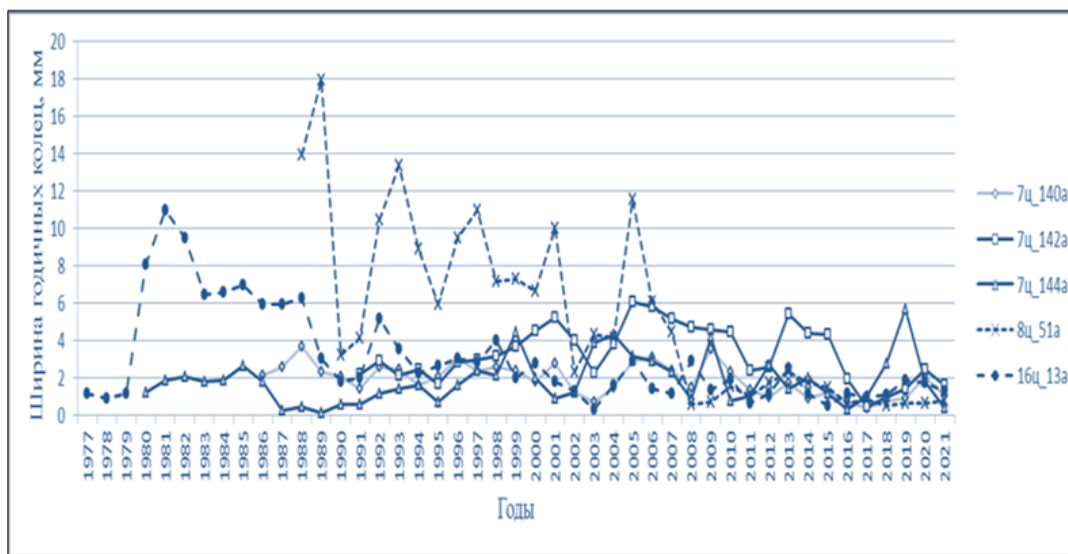


Рис. 5. Отдельные хронологии ширины годичных колец *Populus balsamifera* L. в Братске

Fig. 5. Separate chronologies of the width of the annual rings of *Populus balsamifera* L. in Bratsk

В ходе полевых работ по исследованию зеленых насаждений г. Братска было обследовано 178 тополей; Центральный район – 158 деревьев, «Энергетик» – 55 деревьев, «Падун» – 51 дерево, «Гидростроитель» – 36 деревьев. У 46 деревьев, в связи с наличием ядровой гнили по двум радиусам, полный возраст установить не удалось. Поэтому средний возраст всех деревьев, который рассчитан по количеству сохранившихся годичных колец, несколько занижен и составил 52,1 года. Однако у деревьев с сохранившимся ядром он оказался еще ниже – 51,0. Это связано с тем, что ядровая гниль разрушала ядро у деревьев уже возрастных. При этом средний возраст обследованных тополей составил 35,2 года. Однако диапазон возраста был достаточно широким: от 7 до 89 лет.

Самым молодым обследованным деревом оказался тополь из 25 микрорайона Центрального района: всего 7 лет, хотя он имел диаметр ствола 24,5 см. Хронологии с деревьев одной породы, но из разных районов города демонстрируют относительную синхронность, хотя имеют отличия, которые могли быть вызваны локальными факторами (рекреационными нагрузками, нападением насекомых, антропогенным влиянием) неклиматического характера.

Как у быстрорастущей породы, ширина годичных слоев тополя бальзамического является довольно большой: может достигать у деревьев вегетативного происхождения до 18 мм. С возрастом радиальный прирост деревьев существенно снижается и не превышает 2,3 мм, хотя средняя ширина годичных колец за период их жизни составляет 3,4 мм.

Деревья тополя уязвимы

перед ядровой гнилью и иным заболеваниям древесины и листьев. По данным инструментального исследования, более 50% всех тополей в г. Братске поражены различными заболеваниями и гнилью.

В процессе комплексного обследования состояния насаждений тополя бальзамического проведено исследование внутреннего состояния ствола на наличие гнилей с использованием прибора Resistograph®, что позволяет быстро и оперативно определять качество ствольной древесины. На каждое дерево составлен паспорт, в котором указаны номер дерева, его состояние, фотография и резистограмма, расшифрованная в компьютерной программе Decom. На резистограммах указана относительная плотность сопротивлению сверлению, диаметр ствола и определены зоны ствола: здоровая древесина без признаков загнивания, зона слабого поражения древесины без существенного снижения плотности, зона сильного поражения гнилью с пониженной плотностью древесины.

На рисунке 6 представлены данные обследования деревьев тополя бальзамического с помощью Resistograph®.

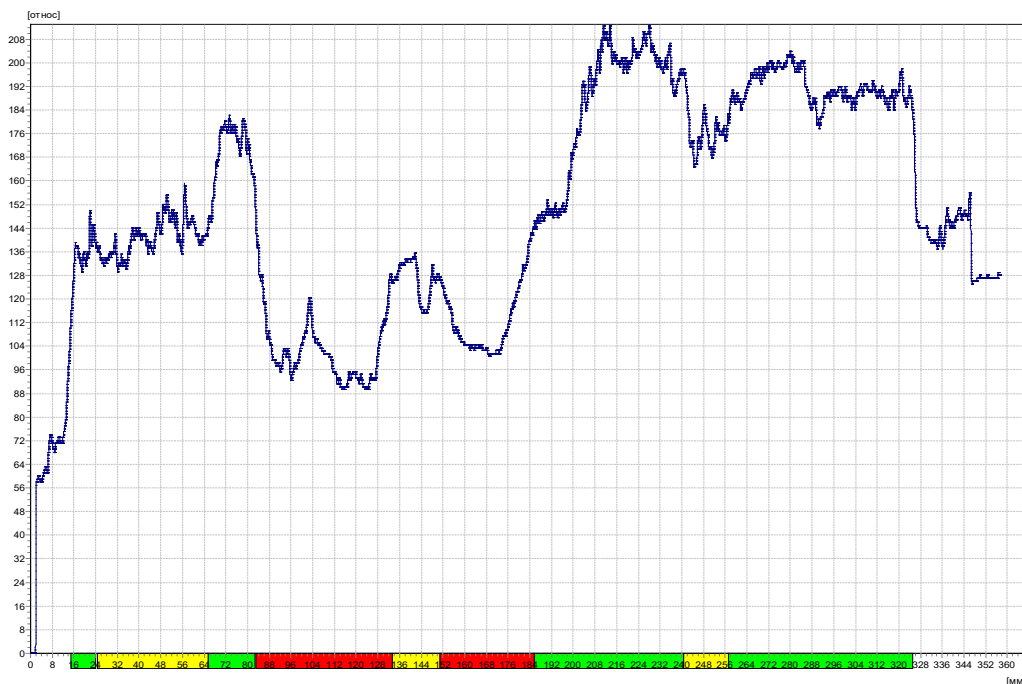


Рис. 6. Резистограмма модельного дерева тополя бальзамического с пониженной плотностью в середине ствола

При расшифровке показаний резистографа используются следующие обозначения:
■ – Гниль в сильной стадии развития; ■ – Здоровая древесина без признаков гнили;
■ – Начальная стадия гнили

Fig. 6. Resistogram of a model balsamic poplar tree with a reduced density in the middle of the trunk

When deciphering the readings of the resistograph, the following designations are used:
■ – Rot in a strong stage of development; ■ – Healthy wood with no signs of rot;
■ – Initial stage of rot

У данного модельного дерева гниль в начальной стадии развития составляет 23,84%, сильно развитая гниль – 27,32% от диаметра ствола. Дерево является аварийным и потенциально опасным при ветровых нагрузках.

Выводы

На основании проведенных исследований состояния тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в условиях урбоэкосистем на примере г. Братска можно сделать следующие выводы.

1. *Populus balsamifera* L. является наиболее распространенным деревом в озеленении Братска. Первые посадки проведены в 70-80-е гг. прошлого века. Тополь хорошо прошел акклиматизацию и успешно размножается в условиях города. Тополь бальзамический является быстрорастущим деревом. Значение его в условиях промышленного загрязнения велико, так как он является поглотителем газообразных и твердых промышленных выбросов. Однако есть проблемы, которые снижают возможность использования тополя в озеленении промышленных городов.

2. По результатам проведенных биометрических измерений модельных деревьев, полученным в ходе проведенных исследований, более 35% тополей имеют искривление ствола и механические повреждения. При этом многие деревья можно отнести к аварийным, так как угол наклона их составляет 45° и более. Стволы тополя имеют большое количество видимых пороков ствола и кроны: усыхание побегов и кроны; множественные повреждения ствола: сухобокость, трещины, наросты, обдиры коры. Эти повреждения в дальнейшем провоцируют появление стволовых гнилей.

3. Продолжительность жизни тополей в загрязненной городской среде, особенно вдоль

автомобильных дорог, составляет не более 20 лет. К 30-40 годам тополя находятся уже в критическом состоянии, усыхают или относятся даже к старому сухостою (4-5 – балл жизненного состояния). С возрастом существенно снижается балл жизненного состояния. Деревья в возрасте 50 лет находятся в категории сильно ослабленных, характеризующихся отмиранием ветвей и кроны, многочисленными повреждениями ствола и кроны.

4. Баллы жизненного состояния деревьев коррелируют с наличием в стволе ядровой гнили. Деревья балла 1 практически не имеют гнили, но уже из деревьев балла 2 поражены 2/3 деревьев. У тополей ядровая гниль встречается даже у деревьев категории 1. Повышенная подверженность тополей ядровой гнили даже при благоприятном внешнем санитарном состоянии может свидетельствовать либо об их подверженности порокам ствола (морозные трещины, механические повреждения животными и человеком), либо об использовании при озеленении посадочного материала (черенков), уже зараженного грибами.

5. Как у быстрорастущей породы ширина годичных слоев тополя бальзамического довольно является большой и может достигать у деревьев вегетативного происхождения до 18 мм. С возрастом радиальный прирост деревьев существенно снижается и не превышает 2,3 мм, хотя средняя ширина годичных колец за период их жизни составляет 3,4 мм.

6. На основании проведенных исследований можно рекомендовать использовать тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) как породу, которую желательно своевременно заменять в возрасте 40-50 лет, на другие породы, более долговечные и устойчивые к гнилям и болезням.

Список использованных источников

1. Бакулин Т.В. Использование тополя в озеленении промышленных городов Сибири // Сибирский экологический журнал. 2005. № 4. С. 563-571.
2. Горышина Е.Л. Растения в городе. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 184 с.
3. Дорофеева Т.Б. Проблемы анализа состояния зеленых насаждений в условиях Санкт-Петербурга и перспективы озеленения (на примере отдельных видов родов *Populus*, *Ulmus*, *Tilia*) // Жизнь и безопасность. 2004. № 2. С. 96-106.
4. Феклистов П.А. Насаждения деревьев и кустарников в условиях урбанизированной среды г. Архангельска. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2004. 112 с.
5. Бабич Н.А., Залывская О.С., Травникова Г.И. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов: монография. Архангельск: Архангельский государственный технический университет, 2008. 144 с.

References

1. Bakulin T.V. Use of poplar in landscaping of industrial cities of Siberia // Siberian ecological journal. 2005. No 4. P. 563-571.
2. Goryshina E.L. Plants in the city. Leningrad: Leningrad State University Publishing House, 1991. 184 p.
3. Dorofeeva T.B. Problems of the analysis Problems of analysis of the state of green spaces in the conditions of St. Petersburg and the prospects for landscaping (on the example of certain species of genera *Populus*, *Ulmus*, *Tilia*) // Life and safety. 2004. No 2. P. 96-106.
4. Feklistov P.A. Plantation of trees and bushes in the conditions of the urbanized environment of a city of Arkhangelsk. Arkhangelsk: Publishing house AGTU, 2004. 112 p.
5. Babich N.A., Zalyvskaya O.S., Travnikova G.I. Introductions in green building of northern cities: monograph. Arkhangelsk: Arhang. State Techn. un-t, 2008. 144 p.

6. Лапин П.И., Калущкий К.К., Калущкая О.Н. Интродукция лесных пород. М.: Лесная промышленность, 1979. 224 с., ил.

7. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН «Гео», 2002. 707 с.

8. Бакулин В.Т. Использование тополя в озеленении промышленных городов Сибири: краткий анализ проблемы // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12, № 4. С. 563-571.

9. Ведерников К.Е. Биоэкологические особенности древесных растений в насаждениях урбаноэкосистем (на примере г. Ижевска): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2008. 20 с.

10. Кулагин А.А. Эколого-физиологические особенности тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в условиях загрязнения окружающей среды металлами: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2002. 20 с.

11. Медведева Е.Ю. Видовое разнообразие и актуальность внедрения представителей рода тополь (*Populus* L.) для целей озеленения Урала // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы VII Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов. Ч. 2. Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. С. 92-95.

12. Сродных Т.Б., Медведева Е.Ю. Перспективные виды тополей для озеленения городов Урала // Инновации в ландшафтной архитектуре: материалы VIII научно-практической конференции. Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. С. 57-60.

13. Алексеев В.А. Диагностика жизненной устойчивости деревьев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51-57.

14. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. (*Populus balsamifera* L. в озеленении г. Братска // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 4 (22). С. 41-143.

15. Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б. и др. Методы дендрохронологии. Ч.1. Красноярск: Изд-во КрасГУ, 2000. 80 с.

16. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Инструментальная оценка состояния городских посадок тополя бальзамического // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7, № 3 (27). С. 136-142.

Критерии авторства

Гарус И.А., Рунова Е.М., Орлова Ю.В. выполнили теоретические и экспериментальные исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Гарус И.А., Рунова Е.М., Орлова Ю.В. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию 01.03.2023

Одобрена после рецензирования 11.07.2023

Принята к публикации 18.08.2023

6. Lapin P.I., Kalutsky K.K., Kalutskaya O.N. Introduction of forest species / M.: Forest industry, 1979. 224 p., ill.

7. Koropachinsky I.Y., Vstovskaya T.N. Woody plants of Asian Russia. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences "Geo", 2002. 707 p.

8. Bakulin V.T. Use of poplar in landscaping of industrial cities of Siberia: a brief analysis of the problem // Siberian Ecological Journal, 2005. T. 12, No 4. P. 563-571.

9. Vedernikov K.E. Bioecological features of woody plants in plantations of urban ecosystems (on the example of Izhevsk): author. dis. Cand. Biol. Sciences: 03.00.16. / K.E. Vedernikov. Togliatti: 2008. 20 p.

10. Kulagin A.A. Ecological and physiological features of balsamic poplar (*Populus balsamifera* L.) in the conditions of environmental pollution with metals. dis. Cand. Biol. Sciences: 03.00.16. Ufa, 2002. 20 p. (

11. Medvedeva E.Y. Species diversity and relevance of the introduction of representatives of the genus poplar (*Populus* L.) for the purposes of landscaping of the Urals // Scientific creativity of youth – the forest complex of Russia: mater. VII vseros. Sci. – Techn. Conf. Ekaterinburg: UGLTU, 2011. Part 2. S. 92-95.

12. Srodnykh T.B., Medvedeva E.Yu. VIII scientific-practical conference. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2012. P. 57-60.

13. Alekseev V.A. Diagnostics of life stability of trees // Forest Science, 1989, No. 04, P. 51-57.

14. Runova E.M., Anoshkina L.V. (*Populus balsamifera* L. in the landscaping of Bratsk // Systems Methods of Technology. 2014. № 4 (22). P. 41-143.

15. Shiyatov S.G. Methods of dendrochronology. H. I. / Vaganov E.A., Kirdyanov A.V., Kruglov V.B., et al. Krasnoyarsk: KrasSU Publishing House, 2000. 80 p.

16. Runova E.M., Anoshkina L.V. Instrumental assessment of the state of urban plantings of balsamic poplar // Forestry Journal. 2017. T. 7, № 3 (27). P. 136-142.

Criteria of authorship

Garus I.A., Runova E.M., Orlova Y.V. performed theoretical and experimental studies, on the basis of which they generalized and wrote a manuscript. Garus I.A., Runova E.M., Orlova Y.V. have copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest

The article was received 01.03.2023

Approved after peer review 11.07.2023

Accepted for publication on 18.08.2023