

А.И. Татаринцев

СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ *ULMUS PUMILA* L. В УСЛОВИЯХ УРБОТЕРРИТОРИЙ СРЕДНЕЙ СИБИРИ: ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ПАТОГЕНОВ

Ключевые слова: вяз приземистый, тип насаждения, жизненное состояние, техногенное загрязнение, обрезка крон, некрозно-раковые болезни.

*Изучено состояние насаждений вяза приземистого в условиях урботерриторий Средней Сибири (на примере г. Красноярска), выявлены основные определяющие его антропогенные и биотические факторы. Материалы исследований – данные детального обследования разного типа насаждений на 40 пробных участках, различающихся по антропогенным воздействиям. На каждом участке деревья подразделяли по ступеням толщины, категориям состояния, отмечали пораженность болезнями. При общем удовлетворительном состоянии насаждений вяза отмечаются случаи разной степени ослабления древостоев. Не установлено значимых различий в жизненном состоянии рекреационных и придорожных насаждений, насаждений на фоне разного уровня техногенного загрязнения. Худшим состоянием отличаются старовозрастные крупные деревья. Выявлены основные болезни на вязе приземистом, которые проявляются в некрозно-раковом поражении ветвей, стволов: бактериальная водянка (возбудители – *Erwinia* sp.), тиростромоз (микромикет *Thyrostroma compactum* [Sacc.] Höhn.). Средняя распространенность болезней указывает на наличие очагов поражения в городских насаждениях вяза независимо от их типа, для бактериальной водянки – сильной степени поражения. Наиболее вредоносен тиростромоз – основная причина частичного и даже полного усыхания деревьев. Установлено, что обрезка крон, в том числе радикальная, – значимый фактор улучшения состояния деревьев (насаждений) вяза приземистого. Этот вид хозяйственного воздействия имеет санитарно-оздоровительный эффект для данного древесного вида, достоверно снижая пораженность его тиростромозом.*

A. Tatarintsev

STATE OF PLANTING OF *ULMUS PUMILA* L. IN THE CONDITIONS URBAN TERRITORIES OF MIDDLE SIBERIA: INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC IMPACTS AND PATHOGENS

Keywords: squat elm, type of planting, vital condition, technogenic pollution, crown pruning, necrotic-cancerous diseases.

*The state of plantings of squat elm in urban areas of Central Siberia (for example, Krasnoyarsk) has been studied, and the main anthropogenic and biotic factors that determine it have been identified. Research materials – data from a detailed survey of different types of plantings on 40 test plots that differ in anthropogenic actions. At each site, the trees were subdivided by stages of thickness, categories of condition, and disease incidence. In the General satisfactory condition of elm stands, there are cases of varying degrees of weakening of stands. There were no significant differences in the living conditions of recreational and roadside stands and plantings against the background of different levels of man-made pollution. The worst condition is characterized by old-age large trees. The main diseases on elm prizemistom, which are manifested in necrotic-cancerous lesions of branches, trunks: bacterial dropsy (pathogens-*Erwinia* sp.), Herostratus (the micromycete *Thyrostroma compactum* [Sacc.] Höhn.). The average prevalence of diseases*

indicates the presence of foci of infection in urban elm plantations, regardless of their type, for bacterial dropsy—a strong degree of damage. The most harmful *Herostyrax* main reason character and even the complete drying of the trees. It was found that crown pruning, including radical pruning, is a significant factor in improving the condition of trees (plantings) of the prizeistogo elm. This type of economic impact has a sanitary and health effect for this tree species, significantly reducing the incidence of its tyrostromosis.

Татаринцев Андрей Иванович, кандидат биологических наук, доцент кафедры лесоводства, охраны и защиты леса ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, Россия; e-mail:lespat@mail.ru

Andrey I. Tatarintsev, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Forestry and Forest Protection Chair, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia; e-mail:lespat@mail.ru

Введение. Вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.), являющийся представителем дальневосточной дендрофлоры [7, 1], успешно акклиматизировался и натурализовался во многих регионах, включая южную часть Средней Сибири. Высокая экологическая пластичность, способность вяза произрастать на фоне антропогенного загрязнения обусловили широкое его применение в защитном лесоразведении, озеленении урботерриторий [4, 7, 8]. В связи с этим *U. pumila* – один из тестовых объектов исследований, проводимых нами в рамках многолетнего мониторинга состояния насаждений урбоэкосистем Средней Сибири. Цель настоящей работы, являющейся продолжением ранее проводимых исследований [10], – изучение санитарно-фитопатологического состояния вяза приземистого в городских насаждениях южной части рассматриваемого региона. Исходя из поставленной цели, решались следующие задачи: выполнить сравнительную оценку жизненного состояния насаждений *U. pumila* разного типа с учетом уровня техногенного загрязнения; изучить зависимость состояния деревьев от их возраста и размерных параметров; выявить доминирующие болезни на вязе приземистом, определить их распространенность и вредоносность; оценить влияние обрезки деревьев вяза на их состояние и пораженность болезнями.

Объекты и методы исследований.

Исследования выполнялись на территории г. Красноярска – наиболее крупной урбоэкосистемы Средней Сибири, характеризующейся высоким уровнем антропогенного загрязнения [3]. На 40 пробных участках, расположенных в различных по экологической обстановке районах города, проведено детальное обследование насаждений *U. pumila*, включая придорожные (линейные) и рекреационные насаждения, в различной степени подверженные обрезке крон. Экологическую обстановку в местах проведения работ оценивали по карте суммарного техногенного загрязнения почвы и снежного покрова г. Красноярска, предложенной Р.Г. Хлебопросом с соавт. [5]. При этом уровень загрязнения по мере повышения выражается в условных единицах: в районах исследований – от 0,15 до 0,35. Наличие обрезки крон у деревьев оценивали по двум градациям: отсутствие обрезки (вообще или в последние годы) и признаки обрезки (включая радикальную) в последние годы. На каждом участке сплошным перечетом деревья вяза подразделяли по четырехсантиметровым ступеням толщины и категориям состояния, исходя из комплекса визуальных признаков: 1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – сухостой; отмечали пораженность деревьев болезнями, ди-

агностику которых осуществляли по характерным симптомам, руководствуясь справочной литературой [6].

Жизненное состояние насаждений определяли по методике В.А. Алексеева [2] через расчет показателя L (%):

$$L = (100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4)/N,$$

где n_1, n_2, n_3, n_4 – количество деревьев, соответственно, без признаков ослабления, ослабленных, сильно ослабленных и усыхающих деревьев, шт.; N – количество всех деревьев на пробном участке, шт. При показателе L 100-80 % жизненное состояние древостоя оценивается, как «здоровое»; 79-50 % древостой считается повреждённым (ослабленным); 49-20 % – сильно повреждённым (сильно ослабленным), при 19 % и ниже – полностью разрушенным. Дополнительно состояние определенной совокупности деревьев (в частности, пораженных болезнями) оценивали через средневзвешенный индекс состояния, рассчитываемый по формуле [9]:

$$K_{cp} = (P_1 \times K_1 + P_2 \times K_2 + P_3 \times K_3 + P_4 \times K_4 + P_5 \times K_5)/100,$$

где P_i – доля деревьев каждой категории состояния, %; K_i – индекс категории состояния дерева. При $K_{cp} \leq 1,5$ выборка деревьев относится к здоровым; $1,5 < K_{cp} \leq 2,5$ – к ослабленным; $2,5 < K_{cp} \leq 3,5$ – к сильно ослабленным; $3,5 < K_{cp} \leq 4,5$ – к усыхающим; $K_{cp} > 4,5$ – к погибшим.

Обработку и анализ полученных данных осуществляли с использованием пакета программ STATISTICA 10. Сравнительный анализ выборочных совокупностей проводили с применением критерия Стьюдента (t -критерия) при работе с выборками, соответствующими нормальному распределению данных; критерия Манна-Уитни (U -критерия) для выборок, не соответствующих нормальному распределению или включающих объем данных (n) < 10 . Соответствие анализируемых выборок нормальному распределению проверяли по критерию Колмогорова-Смирнова (d_{k-s}). Принятый уровень значимости – $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате выполненных исследований с группировкой данных по трем градациям суммарного техногенного загрязнения согласно выше приведенному экологическому зонированию территории города отмечается тенденция снижения жизненного состояния насаждений вяза (уменьшается среднее значение интегрального показателя L) по градиенту повышению уровня загрязнения (табл. 1). Однако сравнительный анализ экспериментальных выборок на основе критерия Манна-Уитни (U) значимого влияния рассматриваемого фактора на исследуемые насаждения не выявил, что в известной степени подтверждает устойчивость вяза приземистого к техногенным выбросам.

Таблица 1 – Жизненное состояние насаждений вяза по зонам суммарного техногенного загрязнения

Уровень загрязнения, усл. ед.	0,15-0,25	0,25-0,30	0,30-0,35
Количество пробных участков (n), шт.	17	8	15
Показатель жизненного состояния (L), %	$\frac{83,1 \pm 4,0^*}{50 - 100^{**}}$	$\frac{77,5 \pm 7,2}{32 - 100}$	$\frac{72,9 \pm 4,6}{36 - 99}$
U -критерий (p -уровень)	57 ($> 0,05$)		
		42 ($> 0,05$)	
	90 ($> 0,05$)		

Здесь и ниже в таблицах * - среднее значение со стандартной ошибкой; ** - крайние значения

Все городские насаждения общего пользования, в том числе с участием вяза приземистого, можно свести к двум основным типам. Во-первых, рекреационные насаждения в скверах, парках, дворах; во-вторых, придорожные, чаще монопосадки вяза, произрастающие на

выраженном негативном экологическом фоне. Некоторые различия в состоянии насаждений разного типа (по среднему значению показателя L) в пользу придорожных не подтверждаются результатами сравнительного анализа по t -критерию (табл. 2).

Таблица 2 – Жизненное состояние насаждений вяза разного типа

Тип насаждения	Показатель жизненного состояния (L), %	t - критерий
Придорожные ($n=26, d_{K-S}=0,137 (p>0,05)$)	$80,6 \pm 3,5$ $32 - 100$	$t_{\text{факт}} (1,1) < t_{05} (2,1)$
Рекреационные ($n=14, d_{K-S}=0,133 (p>0,05)$)	$73,8 \pm 4,8$ $36 - 100$	

Расчет средневзвешенных индексов состояния деревьев по ступеням толщины в рамках всего исходного материала свидетельствует о худшем состоя-

нии в насаждениях вяза крупноствольных (соответственно, старовозрастных) экземпляров (рис. 1).

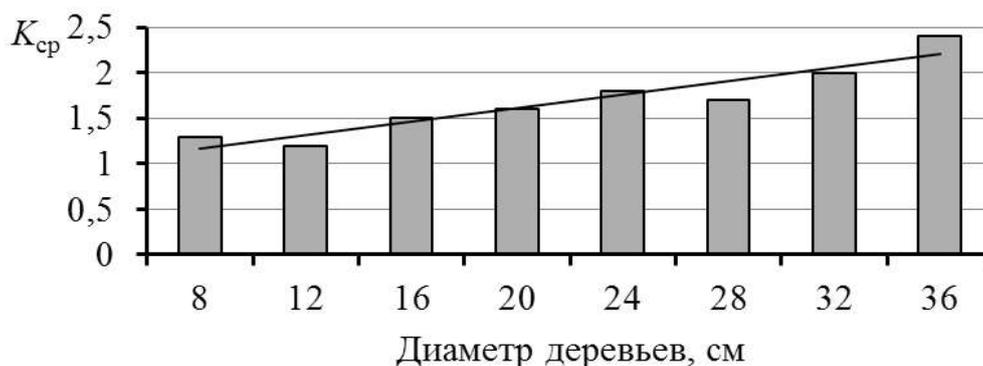


Рисунок 1. Состояние деревьев по ступеням толщины в насаждениях вяза

Один из антропогенных факторов, влияющих на состояние деревьев лиственных пород в городе, – обрезка крон. Для вяза приземистого обрезка имеет положительный санитарно-омолаживающий эффект, в том числе в случаях радикальной обрезки деревьев с удалением большей части их надземной биомассы, причем даже в поздневесенний период с оставлением мест спилов

без покрытия защитными составами. О значимом позитивном влиянии обрезки крон на состоянии насаждений вяза свидетельствуют данные таблицы 3. Очевидно, влияние обрезки на вяз приземистый объясняет обсуждаемое выше состояние придорожных насаждений, в которых этот уход наиболее часто практикуется.

Таблица 3 – Жизненное состояние насаждений вяза с учетом обрезки крон деревьев

Дифференциация насаждений по обрезке	Показатель жизненного состояния (L), %	U (p -уровень)
Присутствует ($n=15, d_{K-S}=0,288 (p<0,05)$)	$95,5 \pm 1,3$ $80 - 100$	6 ($< 0,05$)
Отсутствует ($n=25, d_{K-S}=0,209 (p>0,05)$)	$67,8 \pm 2,9$ $32 - 93$	

В результате обследования городских насаждений выявлены немногочисленные болезни на вяза приземистом. Отмечается отсутствие явных признаков поражения ассимилирующего аппарата у данного вида в отличие от многих других лиственных пород, что указывает на его устойчивость к листовым инфекциям. Наиболее типичны для вяза инфекционные патологии, сопровождающиеся некрозно-раковым поражением ветвей и стволов: бактериальная водянка (мокрый рак) и рак грибной этиологии – тиростромоз.

Бактериальная водянка представите-

лей р. *Ulmus* – распространенное явление в насаждениях урботерриторий [11]. Основные признаки водянки – мокрое ядро, подтеки экссудата (слизетечение) из трещин в коре. Распространенность бактериоза в насаждениях вяза г. Красноярска указывает на наличие очагов болезни (более 10 %), часто превышает 30 %, что соответствует сильной степени поражения (табл. 4). Состояние пораженных водянкой деревьев от удовлетворительного до сильно ослабленного, в среднем, не отклоняется от общего состояния вязовых насаждений в городе.

Таблица 4 – Показатели проявления некрозно-раковых болезней

Болезнь (возбудитель)	Распространенность, %	K_{cp} больных деревьев (при K_{cp} насаждений $1,7 \pm 0,1$)
Бактериальная водянка (<i>Erwinia</i> sp.)	$40,9 \pm 2,7$ $10,0 - 78,6$	$1,8 \pm 0,1$ $1,0 - 3,2$
Тиростромоз (<i>Thyostroma compactum</i> [Sacc.] Höhn.)	$14,3 \pm 2,6$ $0 - 60,0$	$2,3 \pm 0,1$ $1,6 - 4,0$

Распространенность тиростромоза ниже, тем не менее, средняя пораженность болезнью насаждений вяза приземистого по городу превышает 10 %. Данный микоз проявляется в формировании открытых раковых ран на ветвях, стволах, развитии некроза коры с характерным конидиальным спороношением. Ранее об этом заболевании в условиях Сибири не упоминалось. В отличие от водянки тиростромоз отли-

чается повышенной вредоносностью; в отдельных, особенно старовозрастных, неухоженных насаждениях значительная часть пораженных микозом деревьев усыхает (табл. 4).

Анализ данных о фитопатологическом состоянии насаждений вяза разного типа не выявил достоверных различий в их пораженности установленными некрозно-раковыми болезнями (табл. 5).

Таблица 5 – Пораженность (%) некрозно-раковыми болезнями насаждений вяза разного типа

Болезнь	Тип насаждения		Сравнительный анализ выборки
	придорожные	рекреационные	
Бактериальная водянка	$42,9 \pm 3,5$ ($d_{K-S}=0,084$ ($p>0,05$)))	$37,3 \pm 3,9$ ($d_{K-S}=0,114$ ($p>0,05$)))	$t_{факт} (1,0) < t_{05} (2,0)$
Тиростромоз	$12,5 \pm 3,1$ ($d_{K-S}=0,221$ ($p<0,05$)))	$17,7 \pm 4,7$ ($d_{K-S}=0,252$ ($p>0,05$)))	$U = 142$ ($p > 0,05$)

В отношении пораженности вяза приземистого тиростромозом проявляется оздоровительный эффект обрезки крон деревьев (в том числе и радикальной), по поводу чего показательны данные, приведенные в таблице 6: распро-

страненность болезни значимо меньше в насаждениях, подвергающихся обрезке. На пораженность вяза бактериальной водянкой обрезка не влияет, что, вероятно, связано с системным развитием бактериоза в дереве.

Таблица 6 – Пораженность (%) некрозно-раковыми болезнями насаждений вяза в связи с обрезкой крон деревьев

Болезнь	Наличие обрезки		Сравнительный анализ выборок
	есть	нет	
Бактериальная водянка	36,0 ± 4,6 ($d_{K-S}=0,106$ ($p>0,05$))	43,6 ± 3,2 ($d_{K-S}=0,092$ ($p>0,05$))	$t_{\text{факт}}(1,3) < t_{05}(2,1)$
Тиростромоз	1,1 ± 0,6 ($d_{K-S}=0,464$ ($p<0,05$))	21,4 ± 3,2 ($d_{K-S}=0,131$ ($p>0,05$))	$U = 30$ ($p < 0,05$)

Выводы: 1. Состояние городских насаждений *U. pumila* в среднем удовлетворительное (показатель жизненного состояния в среднем 78 %), отдельные из них характеризуются разной степенью ослабленности.

2. Не установлено значимых различий в состоянии придорожных и рекреационных насаждений вяза, а также насаждений в районах с разным уровнем техногенного загрязнения. Худшим состоянием характеризуются старовозрастные крупноствольные деревья.

3. На вязе приземистом выявлены некрозно-раковые болезни: бактериальная водянка и тиростромоз, распространенность которых достигает очагового поражения насаждений независимо от типа последних. Тиростромоз (возбудитель – микромицет *Thyrostroma compactum*) – основной биотический фактор частичного или полного усыхания вяза приземистого.

4. Практикуемая в городских насаждениях обрезка крон имеет положительный санитарно-омолаживающий эффект для деревьев (насаждений) вяза, в том числе значительно снижает пораженность тиростромозом.

Библиографический список

1. Абаимов В.Ф. Дендрология: учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 368 с.
2. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. - № 4. – С. 51-57.
3. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Крас-

ноярском крае в 2018 году» – Красноярск, 2019. – 298 с.

4. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – Киев: Наукова думка, 1971. – 146 с.

5. Красноярск. Экологические очерки / Р.Г. Хлебопрос, О.В. Тасейко, Ю.Д. Иванова, С.В. Михайлюта – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. – 130 с.

6. Кузьмичев Е.П., Соколова Э.С., Мозолевская Е.Г. Болезни древесных растений: справочник. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 120 с.

7. Лоскутов Р.И. Декоративные древесные растения для озеленения городов и поселков. – Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1993. – 184 с.

8. Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2006. – 359 с.

9. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований: Приложение 3 к приказу Рослесхоза от 29.12.2007 № 523. – 74 с.

10. Татаринцев А.И. Санитарное состояние насаждений вяза в г. Красноярске // Вестник КрасГАУ. – Вып. 8. – 2012. – С. 68-72.

11. Bacterial wetwood and slime flux of landscape trees // Report on Plant disease. RPD. – September, 1999. - № 656. – P. 1-5.

1. Abaimov V.F. Dendrology. Moscow. Publishing center "Academy". 2009. 368 p. [in Russian].

2. Alekseev V.A. Diagnostics of the vital state of trees and stands. *Lesovedenie*. 1989. No 4. pp. 51-57 [in Russian].

3. State report "On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk territory in 2018" Krasnoyarsk, 2019. 298 p. [in

Russian].

4. Ilkun G.M. Gas Resistance of plants. Kiev. *Naukova Dumka*. 1971. 146 p. [in Russian].

5. Khlebopros R.G., Taseiko O.V., Ivanova Yu.D., Mikhailuta S.V. Krasnoyarsk. Ecological essays. Krasnoyarsk. Siberian Federal University. 2012. 130 p. [in Russian].

6. Kuzmichev E.P., Sokolova E.S., Mozolevskaya E.G. Diseases of woody plants: a reference book. Moscow. *VNIILM*. 2004. 120 p. [in Russian].

7. Loscutov R.I. Ornamental woody plants for landscape gardening of cities and settlements. Krasnoyarsk. Publishing house of the Krasnoyarsk University. 1993. 184 p. [in

Russian].

8. Pavlov I.N. Woody plants in conditions of technogenic pollution. Ulan-Ude. Publishing house of the BNC SB RAS, 2006. 359 p. [in Russian].

9. Guidelines for planning, organizing and conducting forest pathology surveys: Appendix 3 to the order of the Federal forestry Agency of 29.12.2007 No 523. 74 p. [in Russian].

10. Tatarintsev A.I. Sanitary condition of stands of elm in the Krasnoyarsk. *Vestnik KrasGAU*. Vol. 8. 2012. pp. 68-72 [in Russian].

11. Bacterial wetwood and slime flux of landscape trees. Report on Plant disease. RPD. September, 1999. No 656. pp. 1-5 [in Russian].

УДК 630.221.02:630.174.754

DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.016

М.В. Усов, С.В. Залесов, А.С. Попов, А.И. Чермных, Н.И. Стародубцева

ПОСЛЕДСТВИЯ ЧЕРЕСПЛОСНЫХ ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В НАСАЖДЕНИЯХ СОСНЯКА БРУСНИЧНО-БАГУЛЬНИКОВО-МШИСТОГО ПОДЗОНЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

Ключевые слова: подзона северной тайги, рубки спелых и перестойных насаждений, чересполосная постепенная рубка, лесовосстановление, подрост.

*Проанализирована лесоводственная эффективность первого приема двухприемных чересполосных постепенных рубок, выполненных 22 года назад в насаждениях сосняка бруснично-багульниково-мшистого Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района. Экспериментально доказано отсутствие ветровала и сухостоя в оставленных на доращивание полосах древостоя, а также усыхания тонкомера и подроста предварительной генерации в вырубляемых полосах. Отмечается, что за 22 года, прошедших после первого приема рубки, в вырубленных полосах сформировались сложные 2-ярусные насаждения. При этом верхний ярус сформировался из тонкомера и не подлежащих рубке деревьев, а второй – из подроста ели предварительной генерации и березы сопутствующей генерации. К положительным последствиям чересполосной постепенной рубки следует отнести увеличение доли сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.) в составе формирующихся древостоев. Для увеличения доли сосны обыкновенной в формирующихся молодняках рекомендуется проведение минерализации почвы за 3-5 лет до первого приема рубки или сразу после его проведения. Замена сплошных, особенно широко лесосечных, рубок на чересполосные постепенные в сосняках северной подзоны тайги Западной Сибири обеспечит предотвращение нежелательной смены пород, сохранение насаждениями защитных функций и биологического разнообразия видов, не прибегая к искусственному лесовосстановлению.*