DOI 10.21178/2079-6080.2021.1.81
УДК 630*561.21

Влияние антропогенной нагрузки на насаждения хвойных и лиственных пород в условиях города Уфы

© М.В. Мартынова

**The influence of anthropogenic load on the stands of coniferous and deciduous species
in the conditions of the city of Ufa**

M.V. Martynova

Under the recreational influence, the growth of plantings in urbanized areas deteriorates. Thus, in cultures of 40–60 years, the radial growth of pine and larch, the mass, and the growth rate of pine needles decrease. The radial increase falls by 41–45 %, and becomes less than in the control, by 1.6–3.0 times. The difference in the length of pine needles according to the Student's criterion relative to the control is significant only for healthy and weakened trees at the III and IV stages of digression. The degree of reduction in the weight of needles in healthy trees at the V stage of digression is characterized by 34 %, weakened – 31, severely weakened – 24 %. The vital state of linden trees in both alley and park plantings is reflected in the indicators of the assimilation and reproductive apparatus: in healthy trees, the average area of the leaf plate is 27.1 cm², the number of flowers in the inflorescence is 9.8 pcs., the length of the stipule is 6.3 cm; in severely weakened trees – 20.1 cm², 7.1 and 5.2 cm, respectively. Depending on the stage of recreational digression, the humus content in the soil decreases from 5.82 to 3.1 %. At the V stage of digression of forest areas, there is no horizon A₀. With a decrease in the amount of humus in the soil in the upper horizons, the nitrogen content and the amount of absorbed bases change, which in the A₁ horizon decreases from 35.4 (stage I of digression) to 30 mg-eq. (V stage of digression) per 100 g of soil. The same patterns in the presence of digression stages in the soil are characteristic of other soil elements. In horizons A₁ and AB, the calcium content correlates with the stage of recreational digression ($r = 0.94 \pm 0.06$). An increase in the stock of grass cover phytomass contributes to the accumulation of potassium in the soil, the presence of K₂O changes directly proportional to the dynamics of grass cover phytomass, P₂O₅ – inversely proportional.

Keywords: plantings, recreation, growth, biometric data, digression stage, soil, vital condition

Влияние антропогенной нагрузки на насаждения хвойных и лиственных пород в условиях города Уфы

М.В. Мартынова

При рекреационном воздействии рост насаждений на урбанизированных территориях ухудшается. Так, в культурах 40–60 лет уменьшаются радиальный прирост сосны и лиственницы, масса, интенсивность роста хвои сосны. Радиальный прирост падает на 41–45 % и становится меньше, чем в контроле, в 1,6–3,0 раза. Разница в длине хвои сосны по критерию Стьюдента относительно контроля существенна лишь для здоровых и ослабленных деревьев при III и IV стадиях дигрессии. Степень снижения массы хвои у здоровых деревьев на V стадии дигрессии характеризуется 34 %, ослабленных — 31, сильно ослабленных — 24 %. Жизненное состояние деревьев липы как в аллеях, так и в парковых посадках отражается на показателях ассимиляционного и репродуктивного аппарата: у здоровых деревьев средняя площадь листовой пластины составляет 27,1 см², количество цветков в соцветии — 9,8 шт., длина прилистника — 6,3 см; у сильно ослабленных — 20,1 см², 7,1 и 5,2 см соответственно. В зависимости от стадии рекреационной дигрессии содержание гумуса в почве уменьшается с 5,82 до 3,1 %. На V стадии дигрессии лесных участков отсутствует горизонт A₀. С уменьшением количества гумуса в почве в верхних горизонтах изменяется содержание азота и суммы поглощенных оснований, которая в горизонте A₁ снижается с 35,4 (I стадия дигрессии) до 30 мг-экв на 100 г почвы (V стадия дигрессии). Те же закономерности наличия в почве свойственны и для других элементов питания. В горизонтах A₁ и АВ со стадией рекреационной дигрессии коррелирует содержание кальция ($r = 0,94 \pm 0,06$). Увеличение запаса фитомассы травяного покрова способствует накоплению в почве калия, наличие K₂O меняется прямо пропорционально динамике фитомассы травяного покрова, P₂O₅ — обратно пропорционально.

Ключевые слова: насаждения, рекреация, прирост, биометрические показатели, стадия дигрессии, почва, жизненное состояние

Мартынова Мария Викторовна — канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна

E-mail: maaarusssia@mail.ru

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

Телефон: 8 (347) 228-07-19

Введение

При выборе деревьев и кустарников для городских посадок необходимо учитывать не только средообразующие и декоративные качества растений, но и экологические особенности видов, которые позволяют им успешно произрастать и культивироваться в различных условиях урбанизированных территорий. Количественные показатели и морфологические изменения древесных видов, вызванные условиями городской среды, отражены в работах ряда авторов. В качестве примера можно привести статью немецких ученых, которые, анализируя насаждения *Tilia cordata* Mill. в Мюнхене, выявили, что условия местопроизрастания оказывают значительное влияние на соотношение таких параметров дерева, как высота и диаметр [26]. Зависимость роста насаждений и состояния почв от рекреационных нагрузок рассматривали многие отечественные исследователи [8, 14, 16, 19, 30]. И.В. Таран и В.Н. Спиридонов [17] падение радиального прироста деревьев в Новосибирске связывают с увеличением численности жителей города. В.В. Киселева [5] и В.И. Крутов с соавт. [10] характеризуют связь радиального прироста и стадии дигрессии как неравномерную, так как до определенного уровня рекреационной нагрузки она не приводит к уменьшению величины прироста. Одним из основных признаков влияния рекреации является снижение массы хвои или листвы, что можно рассматривать в качестве интегрального показателя жизненного состояния дерева [2]. При высоких нагрузках происходит снижение количества листвы (хвои) и уменьшение до 30 % величины их биометрических показателей [27].

По данным В.Ф. Ковязина и А.Н. Мартынова [6] по Санкт-Петербургу, под влиянием рекреации изменяются физико-химические свойства почв, в том числе гранулометрический состав, агрохимические показатели и степень трансформации почвенного профиля. Почвы парков городов-спутников

по морфологическому строению и лесоразностительным свойствам занимают промежуточное положение между лесными и городскими почвами. В условиях рекреационного воздействия сумма обменных оснований имеет более высокие значения, чем в естественных почвах и составляет 8 мг-экв/100 г почвы, с понижением при движении вниз по профилю и резким повышением в глеевом горизонте. По содержанию подвижных форм наблюдается дефицит калия и высокая обеспеченность фосфором. Анализ обеспеченности почв элементами минерального питания показывает, что большинство антропогенно-нарушенных почв имеют низкое и очень низкое содержание калия [7]. На V стадии рекреационной дигрессии плотность почв увеличивается в 1,5–2,0 раза относительно контроля [21], коэффициент структурности – в 1,5 раза [23], изменяются кислотность, содержание гумуса, легкорастворимых солей и состав обменных катионов [29], наиболее существенная трансформация химических свойств почв наблюдается на участках без живого напочвенного покрова [15].

К настоящему времени имеется достаточно данных, в том числе подтверждающих результаты наших исследований, о причинах снижения устойчивости, декоративности и полезных функций насаждений. Большинство авторов рассматривают динамику насаждений в связи с естественными факторами – неблагоприятными погодными и климатическими условиями, комплексом болезней и т. д. Цель наших исследований заключалась в оценке степени влияния рекреационного воздействия на рост хвойных и лиственных древесных пород и свойства почв в условиях урбанизированных территорий. Нами рассмотрены морфометрические показатели деревьев, их жизнестойкость, динамика радиального прироста, эдафические условия в зависимости от стадий рекреационной дигрессии, то есть в зависимости от влияния антропогенных факторов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлись зеленая и лесопарковая зоны, а также городские леса г. Уфы и насаждения территорий общего пользования (парк имени лесовода Георгия Рутто, парк им. М. Гафури, аллея на Проспекте Октября).

Леса зеленой и лесопарковой зоны Уфимского лесничества, выделенные на площади 55,6 тыс. га, произрастают на пяти типах и 16 подтипах почв, максимальная мощность которых достигает 150 см, с высокой плотностью горизонтов всего профиля и мощностью гумусового горизонта 0,5–37 см. Характерно преобладание серых лесных почв (39 %), пойменные аллювиальные и пойменные дерново-глеевые представлены 26,8 и 22,1 %, соответственно. Исследованы насаждения Дмитриевского, Красноярского участковых лесничествах и Уфимского городского лесничества.

Для изучения радиального прироста сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева, на высоте 1,3 м при помощи возрастного бурава Пресслера были отобраны образцы кернов, которые высушивали при комнатной температуре и зачищали скальпелем в плоскости, перпендикулярной волокнам древесины. Ширина годовичных колец измерялась под бинокулярной лупой МБС с точностью до 0,05 мм. Динамика величин радиального прироста устанавливалась на основе группировки данных по годам цикла развития деревьев. Изучены некоторые биометрические показатели липы мелколистной — такие, как длина прилистника и площадь листовой пластины.

На территории зеленой зоны и лесопарковой зон Уфимского лесничества, а также Уфимского городского лесничества отобрано и проанализировано 19 почвенных проб. Образцы почв взяты с помощью бура геолога БГ-65/10 на основании методических рекомендаций по исследованию почв урбани-

зированных территорий [11]. Структурный анализ проводился в Лесной научно-исследовательской экспериментальной производственной лаборатории ГБУ РБ «Уфимское лесничество».

Результаты исследований и их обсуждение

Радиальный прирост является одним из показателей роста древесных пород, который наглядно иллюстрирует влияние условий городской среды на состояние насаждений [1, 13]. Нами установлено, что под воздействием рекреационных нагрузок у деревьев всех классов жизненного состояния наблюдается постепенное уменьшение прироста, которое, однако, происходит с разной интенсивностью.

В большей степени увеличение рекреационной нагрузки вызывает падение радиального прироста у деревьев сосны и лиственницы в возрасте 40–60 лет высокого класса жизненного состояния, чем у деревьев более низкого класса.

Изучение динамики радиального прироста у деревьев этой возрастной категории, среднего жизненного состояния за 30-летний период, рассмотренный по пятилетиям, показал неравномерность роста насаждений сосны по диаметру: в первые два десятилетия радиальный прирост с увеличением стадии дигрессии уменьшался статистически недостоверно, в период 1997–2001 гг. размер прироста по сравнению с контрольным вариантом оказался ниже в 1,4–1,6 раза, в следующем пятилетии радиальный прирост уменьшился в 1,6–1,9 раза, в период 2007–2011 гг. — до 1,6 раза, в последние пять лет прирост по диаметру у сосны обыкновенной снизился в 1,8 раза относительно контроля (табл. 1). В качестве иллюстрации этого процесса приведен рисунок 1. Как видим, уменьшение радиального прироста происходило неуклонно — от первого пятилетия — к последнему — по всем стадиям дигрессии.

Таблица 1

Изменение радиального прироста под влиянием рекреации
у деревьев хвойных пород среднего жизненного состояния в 40–60-летнем возрасте

Стадии дигрессии	Радиальный прирост хвойных пород в разные учетные периоды, мм						t _{выч.}
	1987– 1991	1992– 1966	1997– 2001	2002– 2006	2007– 2011	2012– 2016	
Сосна обыкновенная							
I (контроль)	12,6	10,5	8,7	7,6	7,0	6,8	К
II	12,4	9,2	8,1	6,8	6,8	6,2	3,4
III	10,4	9,0	6,9	6,2	6,3	6,0	6,3
IV	10,0	8,2	7,2	5,9	5,5	5,1	5,4
V	10,7	8,4	5,9	4,6	4,2	3,8	13,1
Лиственница Сукачева							
I (контроль)	13,7	10,9	8,5	7,2	6,8	6,4	К
II	13,3	11,0	8,4	6,5	6,3	6,0	5,3
III	12,6	8,6	7,7	5,8	5,2	4,8	11,4
IV	13,5	8,5	7,4	4,8	4,3	3,9	18,3
V	13,7	8,5	7,2	4,6	4,1	3,5	20,4

Примечания. 1. Для сосны $t_{0.05 \text{ табл}}$ равно 3,18, для лиственницы — 2,10.

Рис. 1. Динамика радиального прироста деревьев сосны обыкновенной 40–60-летнего возраста среднего жизненного состояния по стадиям рекреационной дигрессии

В насаждениях лиственницы заметное уменьшение радиального прироста у деревьев средней категории жизненного состояния начинается со второго пятилетия и происходит примерно с такой же интенсивностью, как и у сосны (рис. 2). За период 1997–2001 гг. при-

рост по диаметру по сравнению с контрольным вариантом снижается в 1,1–1,2 раза, резко падает в последние пять лет и к V стадии дигрессии относительно контроля становится меньше в 1,6–1,8 раза, что является статистически достоверным (табл. 1).

Рис. 2. Динамика радиального прироста лиственницы Сукачева 40–60-летнего возраста у деревьев средней категории жизненного состояния по стадиям рекреационной дигрессии

Уменьшение у сосны прироста по диаметру на 40 % относительно контроля при рекреационных нагрузках 31–35 чел.-час/га отмечают П.С. Пастернак с соавт. [12]. Падение прироста на 61 % в искусственных насаждениях лиственницы к пятой стадии рекреационной дигрессии установлено Н.П. Жижиним и Н.Н. Зеленским [3]. В Финляндии в сосновых насаждениях в условиях активной рекреации наблюдалось снижение прироста на 10–20 % [25]. Нами выявлено уменьшение прироста в искусственных насаждениях сосны обыкновенной г. Уфы в среднем на 43 % и лиственницы – на 41–45 % относительно контроля.

Известно, что условия среды изменяют морфологические признаки и анатомическую структуру древесных растений [4]. Многими авторами обосновывается зависимость разви-

тия ассимиляционного аппарата растения от комплекса факторов среды [9, 18, 24].

Нами установлено, что деревья разных классов жизненного состояния имеют разную биомассу хвои. С увеличением рекреационной нагрузки уменьшается объём хвои и, соответственно, ее вес относительно контроля. Определено, что у деревьев сосны обыкновенной лучшего жизненного состояния вес хвои уменьшается с 2,90 г на контроле до 1,92 г при V стадии антропогенной дигрессии (табл. 2). У деревьев среднего жизненного состояния эти величины, соответственно, равны 2,70 и 1,86 г, у деревьев, отстающих в росте, – 2,25 и 1,80 г. Интенсивность снижения составляет 34, 31 и 24 %. Таким образом, на деревья лучшего жизненного состояния процесс дигрессии воздействует интенсивнее, чем на ослабленные.

Таблица 2

Масса хвоинок сосны обыкновенной
по классам жизненного состояния и стадиям дигрессии

Стадия дигрессии	Масса 100 шт. хвоинок у деревьев разных категорий жизненного состояния, г					
	Здоровые (I)		Ослабленные (II)		Сильно ослабленные (III)	
	М*, г	Изменение относительно контроля, %	М*, г	Изменение относительно контроля, %	М*, г	Изменение относительно контроля, %
I (контроль)	2,90	-	2,70	-	2,25	-
II	2,85	-1,7	2,70	0	2,20	2,2
III	2,48	-14,4	2,40	-11,1	2,15	-4,4
IV	2,05	-29,3	2,00	-25,9	1,98	-12,0
V	1,92	-33,7	1,86	-31,1	1,80	-20,0

Анализ биометрических показателей хвои сосны показал, что с увеличением интенсивности рекреационных нагрузок рост хвои замедляется, однако деревья хорошо развитые и плохого жизненного состояния на увеличение рекреационных нагрузок реагируют по-разному. Разница длины хвои по критерию

Стьюдента относительно контроля достоверна для хорошо- и среднеразвитых деревьев на участках III–IV стадий дигрессии. Деревья с низким жизненным состоянием, независимо от стадии дигрессии, имеют ослабленную одинаковой длины хвою, что подтверждается результатами наших исследований (табл. 3).

Таблица 3

Длина хвои сосны обыкновенной деревьев различного жизненного состояния по стадиям рекреационной дигрессии

Стадия дигрессии	Показатели						
	Длина хвои (М±m)	G	V, %	P, %	Отклонение от контроля, см	t _{0,05}	t _{вычисл}
Здоровые (I)							
I	6,2±	0,870	14,0	1,4	-	-	-
II	6,1±	0,893	14,2	1,4	0,07±	1,98	0,53
III	5,9±	0,940	16,0	1,6	0,33±	1,98	2,58
IV	5,6±	1,003	17,5	1,7	-0,58±	1,98	4,4
V	5,6±	0,931	15,3	1,5	-	-	-
Ослабленные (II)							
I	5,9±	0,860	14,5	1,5	-	-	-
II	5,8±	0,760	13,0	1,3	0,05±	1,98	0,48
III	5,6±	0,720	12,9	1,3	0,33±	1,98	3,14
IV	5,4±	0,730	13,4	1,3	-0,49±	1,98	4,69
Сильно ослабленные (III)							
I	5,2±	0,730	18,9	1,9	-	-	-
II	5,2±	0,750	14,5	1,4	-0,04±	1,98	0,34
III	5,0±	0,930	18,6	1,9	0,18±	1,98	1,34
IV	5,0±	0,816	15,6	1,6	0,03±	1,98	0,21

Примечания. М – среднее арифметическое, m – ошибка среднего, G – среднее квадратичное отклонение, V – коэффициент вариации, P – точность опыта, t_{0,05} – табличный критерий Стьюдента, t_{вычисл} – вычисленный критерий, К – контроль.

Выявлена связь уменьшения массы хвои и ее морфометрических показателей, что отражается на общей площади ассимилирующего аппарата, участвующего в обменных процессах и жизнедеятельности дерева.

Известно, что в урбанизированной среде растительность сильно страдает от разного рода загрязнений (промышленных эмиссий, загазованности от автотранспорта и пр.) и других отрицательных факторов. Так, исследования чешских ученых свидетельствуют о корреляции роста ели и сосны с загрязнением окружающего воздуха, температурой и осадками. Сочетание химического и климатического стресса наносит им самый серьезный ущерб [28]. В то время как по нашим данным, древесные виды в условиях г. Уфы и его окрестностей сохраняют темпы прироста по

диаметру, независимо от степени загрязнения атмосферного воздуха и климата. Кроме того, они демонстрирует высокие баллы жизнестойчивости, санитарно-гигиенической и эстетической оценок.

Одной из основных пород древесных растений, устойчивой к городским условиям и широко используемой в озеленении городов различных климатических зон России, является липа мелколистная. По мнению ряда авторов, положительная реакция липы на условия местопроизрастания делает ее перспективной для использования в качестве индикатора в исследованиях по мониторингу состояния окружающей среды при рекреационной и промышленной нагрузках [22]. Нами изучены биометрические показатели липы мелколистной, произрастающей в условиях Парка име-

ни лесовода Георгия Рутто и в аллее на Проспекте Октября.

Сопоставление количества цветков в соцветии деревьев липы, отнесенных к различным классам жизненного состояния, показало уменьшение их числа от 9,8 цветков у деревьев без признаков ослабления (здоровые) до 7,1 – у сильно ослабленных. Минимальное количество цветков, равное 1–2, встречается независимо от жизненного состояния деревьев. Максимальное их число наблюдается только в соцветиях у здоровых деревьев, что и ведет к большему варьированию ($V = 36,1\%$) этого признака у деревьев этой категории состояния, чем у сильно ослабленных ($V = 34,5\%$).

Средняя длина прилистника соцветий у здоровых деревьев липы достигает 6,1 см на северной стороне кроны и 6,3 см – с южной стороны, что выше показателя у сильно

ослабленных деревьев, составляющего до 5,7 см (варьирование признака – от 22,8 до 27,9 %). Минимальные размеры прилистника (1,6–1,7 см) наблюдаются у здоровых и ослабленных деревьев. Максимальные размеры (11,8 см) характерны только для здоровых деревьев. Наибольший размер листовой пластины в период активной вегетации липы, равный 67 см², характерен для деревьев без признаков ослабления, самый большой показатель площади листа ослабленных деревьев – 42 см². Средние размеры листа 27,1 см² (класс 1) и 24,0 см² (класс 5, табл. 4). Анализ количества соцветий в кроне, количества цветков в соцветии и длины прилистника, а также размера листа показал, что наблюдается тенденция к увеличению показателей у деревьев без признаков ослабления по сравнению с остальными категориями жизненного состояния.

Таблица 4

Средние показатели длины прилистника и площади листовой пластины липы мелколистной в зависимости от жизненного состояния дерева

Категория жизненного состояния дерева	Длина прилистника				Площадь листовой пластины			
	М, см	m	δ	V, %	М, см ²	m	δ	V%
1	6,32	0,29	1,30	27,6	27,1	1,15	10,86	40,5
2	6,03	0,20	1,87	22,8	23,3	1,12	10,69	38,4
3	5,70	0,12	1,50	27,9	20,3	0,80	9,12	40,8
4	5,21	0,09	1,09	23,8	20,3	1,12	9,90	36,9
5	5,21	0,09	1,10	24,0	20,1	1,09	9,82	42,9
Ср.	5,94	0,03	1,48	25,0	22,9	0,24	8,86	39,2

Примечание. М – среднее арифметическое значение, m – стандартная ошибка, δ – стандартное отклонение, V – коэффициент вариации, %. Категории жизненного состояния деревьев: 1 – здоровые (без признаков ослабления); 2 – ослабленные (имеющие до 25 % сухих ветвей в кроне); 3 – сильно ослабленные (усыхание ветвей до 2/3 кроны); 4 – усыхающие (усыхание более 2/3 ветвей); 5 – свежий сухостой

В почвах рассматриваемых объектов верхние горизонты характеризуются в основном нейтральной и слабокислой реакцией $pH_{\text{сол}} = 5,8\text{--}6,9$ ед., в нижних горизонтах наблюдаются щелочная реакция и пограничные показатели $pH_{\text{сол}}$. Однако в Парке имени лесовода Георгия Рутто нижний предел $pH_{\text{сол}} = 4,2$ ед., что, по-видимому, определяется не

только наличием в составе насаждений хвойных пород, но и попаданием в почву с опавшей листвой загрязняющих элементов промышленных выбросов и автотранспорта, которые на других объектах города регулярно вывозятся коммунальными службами. В насаждении липы в этом парке в горизонте A_1 почвы содержится до 37,3 % агрегатов мелко-

вато-зернистой структуры, тогда как под дуб-равами ЦПКиО им. М. Гафури на участке, в меньшей степени подверженном рекреационному воздействию, доля указанных фракций достигает 83,8 %. В зависимости от стадии рекреационной дигрессии коэффициент

структурности почвы изменяется следующим образом: в Парке имени лесовода Георгия Рутто — от 0,4 до 0,6, в аллее на Проспекте Октября — от 1,2 до 3,3, в ЦПКиО им. М. Гафури — от 1,8 до 5,2. Содержание гумуса варьирует от 5,82 до 3,1 % (табл. 5).

Таблица 5

Содержание гумуса в темно-серой лесной почве

Стадия дигрессии	Содержание гумуса в зависимости от вида сложения почвы, %		$t_{0,05}$
	Рыхлые	Уплотненные	
I (контроль)	5,02±	4,85±	1,5
II	5,82±	4,66±	7,3
III	4,98±	3,94±	6,7
IV	4,13±	3,60±	1,8
V	3,40±	3,10±	1,7
			$t_{0,05} = 2,78$

Для содержания гумуса зависимость существенна для верхних горизонтов A_1 и АВ ($r = -0,89 \pm 0,06$ и $r = -0,95 \pm 0,07$ соответственно). На лесных участках V стадии дигрессии отсутствует горизонт A_0 . С уменьшением гумуса в составе почвы изменяется содержание азота в верхних горизонтах и суммы поглощенных оснований, которая в горизонте A_1 снижается с 35,4 до 30 мг-экв/100 г почвы. Общее содержание азота варьирует между почвенными горизонтами от 5,5 % в горизонте В до 12,9 % в горизонте A_1 . Содержание кальция в горизонтах A_1 и АВ коррелирует со стадией рекреационной дигрессии — $r = 0,94 \pm 0,06$. В почвенном горизонте A_1 увеличивается содержание K_2O к III стадии дигрессии, далее происходит его уменьшение; содержание P_2O_5 уменьшается ко II стадии и увеличивается к IV стадии. Увеличение запаса фитомассы способствует накоплению в почве калия: содержание K_2O меняется прямо пропорционально динамике фитомассы травяного покрова, P_2O_5 — обратно пропорционально.

Выводы

Установлены достоверные связи падения радиального прироста с увеличением рекреационной нагрузки и степенью дигрессии. Однако интенсивность снижения показателей у различных пород и деревьев разного жизненного состояния по стадиям дигрессии не одинакова. Жизненное состояние как хвойных, так и лиственных деревьев при рекреационном воздействии отражается на биометрических характеристиках ассимиляционного и репродуктивного аппарата. Несмотря на длительное и интенсивное воздействие антропогенных факторов почвы характеризуются устойчивыми показателями почвенного плодородия, хотя и подвергаются деградации — утере комковато-зернистой структуры, переуплотнению, что приводит к частичному ухудшению физических и химических свойств. В зависимости от стадии рекреационной дигрессии в почве изменяется содержание гумуса от 5,82 до 3,1 %. Те же закономерности в содержании по стадиям дигрессии свойственны и для других элементов почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гласова, Н.В. Состояние древостоя рекреационных ельников черничников / Н.В. Гласова, П.А. Феклистов // Вестник Поморского университета. Серия Естественные и точные науки. – 2005. – № 1 (7). – С. 61–65.
2. Демаков, Ю.П. Изменение радиального прироста деревьев сосны под влиянием рекреационных нагрузок и техногенного загрязнения / Ю.П. Демаков, Е.А. Медведкова // Современное состояние окружающей среды в республике Марий Эл и здоровье населения: матер. 2-й научно-практ. конф. Йошкар-Ола, 2004. – С. 33–34.
3. Жижин, Н.П. К методике изучения рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов / Н.П. Жижин, Н.Н. Зеленский // Природа и научно-техн. прогресс. – Кишинев, 1973. – С. 164–166.
4. Исаченко, Х.М. Влияние задымленности на рост и состояние древесной растительности / Х.М. Исаченко // Советская ботаника. – 1938. – № 1. – С. 43–49.
5. Киселева, В.В. Состояние насаждений разных пород НП «Лосиный остров» в условиях комплексного воздействия городской среды / В.В. Киселева // Лесные экосистемы и урбанизация. Под ред. Л.П. Рысина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – С. 40–68.
6. Ковязин, В.Ф. Состояние почв в урбоэкосистемах Санкт-Петербурга / В.Ф. Ковязин, А.Н. Мартынов // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 9. – С. 17–22.
7. Ковязин, В.Ф. Состояние почв в Павловском парке Санкт-Петербурга / В.Ф. Ковязин, А.Н. Мартынов, К.Х. Кан, Т.К. Фам // Ботаника и почвоведение. – 2017. – № 2 (18). – С. 111–115.
8. Конашова, С.И. Антропогенная динамика культур хвойных в пригородной зоне Уфы / С.И. Конашова // Леса Башкортостана: Современное состояние и перспективы: Материалы науч.-практ. конф. – 1997. – С. 92–94.
9. Кочетова, Н.И. Адаптивные свойства поверхности растений: учебник / Н.И. Кочетова, Ю.В. Кочетов. – М.: Колос, 1982. – 175 с.
10. Крутов, В.И. Рекреационная дигрессия лесных экосистем Валаама и пути ее ограничения / В.И. Крутов, С.М. Синькевич, Н.Г. Федорец // Лесоведение. – 2010. – № 4. – С. 34–42.
11. Наквасина, Е.Н. Полевой практикум по почвоведению / Е.Н. Наквасина, В.С. Серый, Б.А. Семенов. – Архангельск: АГТУ, 2007. – 126 с.
12. Пастернак, П.С. Влияние промышленных эмиссий на радиальный прирост сосны / П.С. Пастернак, Г.К. Приступа, В.Г. Мазепа // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1985. – № 70. – С. 16–19.
13. Рунова, Е.М. Влияние рекреационной нагрузки на радиальный прирост сосны / Е.М. Рунова, Т.А. Михайлова, Л.В. Аношкина // Системы. Методы. Технологии. – 2011. – № 10. – С. 142–144.
14. Рысин, С.Л. Перспективы рекреационного использования искусственных насаждений в пригородных лесах / С.Л. Рысин // Актуальные проблемы рекреационного лесопользования. – 2007. – С. 98–101.
15. Рысин, Л.П. Урболесоведение / Л.П. Рысин, С.Л. Рысин. – М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2012. – 240 с.
16. Сидоркина, З.И. Оценка состояния и возможностей восстановления аборигенных видов хвойных в городском дизайне ландшафта г. Владивостока / З.И. Сидоркина, Р.А. Макаревич // Псковский региональный журнал. – 2015. – № 23. – С. 51–58.
17. Таран, И.В. Устойчивость рекреационных лесов: учебник / И.В. Таран, В.Н. Спиридонов. – Новосибирск: Наука, 1977. – 180 с.
18. Усольцев, В.А. Продуктивность ассимиляционного аппарата лесообразующих видов в климатических градиентах Евразии / В.А. Усольцев // Сибирский лесной журнал. – 2017. – № 4. – С. 52–65.

19. Чепиженко, О.И. Состояние и ассортимент перспективных видов хвойных пород в формировании насаждений территории ГОУ ЛНР ЛНАУ / О.И. Чепиженко, С.Ю. Наумов, В.Г. Трофименко, О.В. Грибачева, Р.Г. Стрельцова // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской народной республики «Луганский национальный аграрный университет». – 2019. – № 6, т. 2. – С. 48–60.
20. Blonskaya, L. Biological indices of Bashkir Lombardy poplar (*Populus nigra* L. × *Populus nigra* var. *italica* Du Roi) in urban landscapes / L. Blonskaya, R. Sultanova, S. Muftakhova, M. Martynova, S. Konashova, I. Sabirzyanov, A. Timeryanov, E. Khanova, L. Ishbirdina, G. Odintsov // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2019. – 25 (Suppl. 2). – pp. 30–36.
21. Cole, D.N. Changing conditions on wilderness campsites: Seven case studies of trends over 13 to 32 years / D.N. Cole // Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-300. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. – 2013. – 99 p.
22. Kabisch, N. Urban green space availability in European cities / N. Kabisch, M. Strohbach, D. Haase, J. Kronenberg // Ecol. Ind. – 2016. – № 70. – pp. 586–596.
23. Mariella, M. Recreational use of forests and disturbance of wildlife / M. Mariella, D. Norman // A literature review, Edinburgh, Silvan House. – 2012(a). – 52 p.
24. Moser, A. Structure and ecosystem services of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in urban environments / A. Moser, T. Rötzer, S. Pauleit, H. Pretzscha // Urban Forestry & Urban Greening. – 2015. – V. 14. – pp. 1110–1121.
25. Nylund, L. Radial growth of Scots pine and soil conditions at some camping sites in southern Finland / L. Nylund, A. Haapanen, S. Kellomäki, M. Nylund // Silva Fennica. – 1980. – vol. 14. – no. 1, article id 5056. URL: <https://doi.org/10.14214/sf.a14997>
26. Rahman, M.A. Within canopy temperature differences and cooling ability of *Tilia cordata* trees grown in urban conditions / M.A. Rahman, A. Moser, T. Rötzer, S. Pauleit // Building and Environment. – 2017. – V. 114. – pp. 118–128.
27. Roovers, P. Impact of outdoor recreation on ecosystems: towards an integrated approach / P. Roovers, PhD // Katholieke Universiteit Leuven. – 2005. – 188 p.
28. Vacek, S. Structure, regeneration and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands with respect to changing climate and environmental pollution / S. Vacek, Z. Vacek, L. Bílek, J. Simon, J. Remeš, I. Hůnová, J. Král, T. Putalová, M. Mikeska // Silva Fennica. – 2016 – № 50. – pp. 1–21.
29. Vogt, J. Citree: A database supporting tree selection for urban areas in temperate climate / J. Vogt, S. Gillner, M. Hofmann, A. Tharang, S. Dettmann, T. Gerstenberg, C. Schmidt, H. Gebauer, K. Van de Riet, U. Berger, A. Roloff // Landscape and Urban Planning. – 2017. – Vol. 157. – pp. 14–25.
30. Zhongdong, W.U. The Study on Impact of Soil Physicochemical Properties and Vegetation by Tourism – The Case of Lushan Forest Park in Shandong Province Zibo City / W.U. Zhongdong // Proceedings of 2010 International Symposium on Tourism Resources and Management, 2010. – pp. 250–255.

REFERENCES

1. Glasova N.V., Feklistov P.A. Sostoyanie drevostoya rekreatsionnykh el'nikov chernichnikov. *Vestnik Pomorskogo universiteta. Ser. Estestvennye i tochnye nauki*, 2005, no. 1 (7), pp. 61–65. (In Russian)
2. Demakov Yu.P., Medvedkova E.A. Izmenenie radial'nogo prirosta derev'ev sosny pod vliyaniem rekreatsionnykh nagruzok i tekhnogennoho zagryazneniya. *Sovremennoe sostoyanie okruzhayushhej sredy v respublike Marij EHI i zdorov'e naseleniya, mater. 2-j nauchno-prakt. Joshkar-Ola*, 2004, pp. 33–34. (In Russian)

3. Zhizhin N.P., Zelenskiy N.N. K metodike izucheniya rekreatsionnoj digressii lesnykh biogeotsenozov. *Priroda i nauchno-tekhn. Progress*, Kishinev, 1973, pp. 164–166. (In Russian)
4. Isachenko Kh.M. Vliyanie zadymlenosti na rost i sostoyanie drevesnoj rastitel'nosti. KH.M. Isachenko // *Sov. botanika*, 1938, no. 1, pp. 43–49. (In Russian)
5. Kiseleva V.V. Sostoyanie nasazhdenij raznykh porod NP «Losinyj ostrov» v usloviyakh kompleksnogo vozdejstviya gorodskoj sredy. *Lesnye ehkositemy i urbanizatsiya. Pod red. L.P. Rysina*. Moscow, 2008. – pp. 40–68. (In Russian)
6. Kovyazin V.F., Martynov A.N. Sostoyanie pochv v urboehkositemakh Sankt-Peterburga. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*, 2014, no. 9, pp. 17–22. (In Russian)
7. Kovyazin V.F., Martynov A.N., Kan K.Kh., Fam T.K. Sostoyanie pochv v Pavlovskom parke Sankt-Peterburga. *Botanika i pochvovedenie*, 2017, no. 2 (18), pp. 111–115. (In Russian)
8. Konashova S.I. Antropogennaya dinamika kul'tur khvojnykh v prigorodnoj zone Ufy. *Lesy Bashkortostana: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy: Materialy nauch.-prakt. konf.*, 1997, pp. 92–94. (In Russian)
9. Kochetova N.I., Kochetov Yu.V. Adaptivnye svoystva poverkhnosti rastenij. Moscow, 1982, 175 p. (In Russian)
10. Krutov V.I., Sin'kevich S.M., Fedorets N.G. Rekreatsionnaya digressiya lesnykh ehkositem Valaama i puti ee ogranicheniya. *Lesovedenie*, 2010, no. 4, pp. 34–42. (In Russian)
11. Nakvasina E.N., Seryj V.S., Semenov B.A. Polevoj praktikum po pochvovedeniyu. Arkhangel'sk, 2007, 126 p. (In Russian)
12. Pasternak P.S., Pristupa G.K., Mazepa V.G. Vliyanie promyshlennykh ehmissij na radial'nyj prirost sosny. *Lesovodstvo i agrolesomelioratsiya*. 1985, no. 70, pp. 16–19. (In Russian)
13. Runova E.M., Mikhajlova T.A., Anoshkina L.V. Vliyanie rekreatsionnoj nagruzki na radial'nyj prirost sosny. *Sistemy. Metody. Tekhnologii*, 2011, no. 10, pp. 142–144. (In Russian)
14. Rysin S.L. Perspektivy rekreatsionnogo ispol'zovaniya iskusstvennykh nasazhdenij v prigorodnykh lesakh. *Aktual'nye problemy rekreatsionnogo lesopol'zovaniya*, 2007, pp. 98–101. (In Russian)
15. Rysin L.P., Rysin S.L. Urbolesovedenie. Moscow, 2012, 240 p. (In Russian)
16. Sidorkina Z.I. i Makarevich R.A. Otsenka sostoyaniya i vozmozhnostej vosstanovleniya aborigennykh vidov khvojnykh v gorodskom dizajne landshafta g. Vladivostoka. *Pskovskij regional'nyj zhurnal*, 2015, no. 23, pp. 51–58. (In Russian)
17. Taran I.V., Spiridonov V.N. Ustojchivost' rekreatsionnykh lesov: uchebnik. / I.V. Taran, V.N. Spiridonov. Novosibirsk, Nauka, 1977, 180 p. (In Russian)
18. Usol'tsev V.A. Produktivnost' assilyatsionnogo apparata lesoobrazuyushhih vidov v klimaticheskikh gradientakh Evrazii. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2017, no. 4, pp. 52–65. (In Russian)
19. Chepizhenko O.I., Naumov S.Yu., Trofimenko V.G., Gribacheva O.V., Streltsova R.G. Sostoyanie i assortiment perspektivnykh vidov khvojnykh porod v formirovanii nasazhdenij territorii GOU LNR LNAU. *Nauchnyj vestnik gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya Luganskoj narodnoj respubliki «Luganskij natsional'nyj agrarnyj universitet»*, 2019, no. 6, vol. 2, pp. 48–60. (In Russian)
20. Blonskaya L., Sultanova R., Muftakhova S., Martynova M., Konashova S., Sabirzyanov I., Timeryanov A., Khanova E., Ishbirdina L., Odintsov G. Biological indices of Bashkir Lombardy poplar (*Populus nigra* L. × *Populus nigra* var. *italica* Du Roi) in urban landscapes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2019, 25 (Suppl. 2), pp. 30–36.
21. Cole D.N. Changing conditions on wilderness campsites: Seven case studies of trends over 13 to 32 years. *Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-300*. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2013, 99 p.

22. Kabisch N., Strohbach M., Haase D., Kronenberg J. Urban green space availability in European cities *Ecol. Ind.*, 2016, no. 70, pp. 586–596.
23. Mariella M., Norman D. Recreational use of forests and disturbance of wildlife, *A literature review*, Edinburgh, Silvan House, 2012(a), 52 p.
24. Moser A., Rötzer T., Pauleit S., Pretzscha H. Structure and ecosystem services of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in urban environments. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2015, V. 14, pp. 1110–1121.
25. Nylund L., Haapanen A., Kellomäki S., Nylund M. Radial growth of Scots pine and soil conditions at some camping sites in southern Finland. *Silva Fennica*, 1980, vol. 14, no. 1, article id 5056. URL: <https://doi.org/10.14214/sf.a14997>
26. Rahman M.A., Moser A., Rötzer T., Pauleit S. Within canopy temperature differences and cooling ability of *Tilia cordata* trees grown in urban conditions. *Building and Environment*, 2017, v. 114, pp. 118–128.
27. Roovers P. Impact of outdoor recreation on ecosystems: towards an integrated approach. / P. Roovers PhD, Katholieke Universiteit Leuven, 2005, 188 p.
28. Vacek S., Vacek Z., Bilek L., Simon J., Remeš J., Hůnová I., Král J., Putalová T., Mikeska M. Structure, regeneration and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands with respect to changing climate and environmental pollution. *Silva Fennica*, 2016, no. 50, pp. 1–21.
29. Vogt J., Gillner S., Hofmann M., Tharang A., Dettmann S., Gerstenberg T., Schmidt C., Gebauer H., Van de Riet K., Berger U., Roloff A. Citree: A database supporting tree selection for urban areas in temperate climate. *Landscape and Urban Planning*, 2017, vol. 157, pp. 14–25.
30. Zhongdong W.U. The Study on Impact of Soil Physicochemical Properties and Vegetation by Tourism – The Case of Lushan Forest Park in Shandong Province Zibo City *Proceedings of 2010 International Symposium on Tourism Resources and Management*, 2010, pp. 250–255.

Статья поступила в редакцию 15.01.2021