

Виталитетная структура популяций *Larix gmelinii* в городской среде

Г. Ю. МОРОЗОВА

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН
660000, Хабаровск, ул. Дикопольцева, 56
E-mail: morozova-iver@mail.ru

Статья поступила 13.06.2023

После доработки 09.01.2024

Принята к печати 13.02.2024

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены вопросы изменения жизненного состояния *Larix gmelinii* по градиенту урбанизированных экотопов на основе популяционного анализа и морфометрического подхода. *L. gmelinii*, произрастающая в разных условиях, отличалась по ряду размерных и ростовых характеристик и показателям фотосинтетической деятельности. Максимальные значения отмечены у растений, произрастающих в скверах и на городских улицах в условиях высокой инсоляции. Популяционный анализ в отношении *L. gmelinii* в урбанизированной среде был проведен на основе количественных параметров, которые характеризовали рост и формирование растений (величина ежегодного прироста, показатели фотосинтетической активности). Детерминирующий комплекс признаков для виталитетного анализа *L. gmelinii* составили биологически значимые признаки с высокой степенью изменчивости: длина прироста побега (C_v варьировал от 39,09 до 68,86 %), масса хвои на годичном приросте (C_v 51,81–120,52 %), масса годичного побега (C_v 67,73–119,85 %). Виталитетная структура популяций растений закономерно и статистически достоверно изменялась в зависимости от онтогенетического состояния, уровня устойчивости растений к антропогенным нагрузкам. Виталитетная структура популяций вида в вегетативном онтогенетическом состоянии изменялась от депрессивной до равновесной, индекс качества популяций увеличивался от 0,2 до 0,333. При обследовании озеленения транспортных магистралей города локальные популяции *L. gmelinii* в генеративном онтогенетическом состоянии были процветающего типа, индекс качества популяций варьировал незначительно – от 0,47 до 0,49. Пластичность вида, высокая жизнеспособность *L. gmelinii*, обусловленная устойчивостью к загрязнению воздуха и неприхотливостью к почвенным условиям, позволяют широко использовать лиственницу для озеленения городских территорий.

Ключевые слова: *Larix gmelinii*, популяция, виталитет, качество популяции, урбанизированная среда.

ВВЕДЕНИЕ

Приспособление растений к жизни в городах происходит за счет морфофизиологических адаптаций и перестройки популяционной структуры видов (генетической, онтогенетической, размерной, виталитетной, пространственной и др.) под влиянием стрессовых фак-

торов среды. Под влиянием урбанизированной среды изменяются показатели роста и развития древесных растений, заметно меняется их жизненность при сохранении общего хода онтогенетического развития [Разумовский, 1991]. Состояние растительного организма и насаждений в целом имеет большое

значение в улучшении экологической обстановки и формировании комфортной городской среды, качество которой зависит от поддержания жизненного состояния растений на высоком уровне. Для растений урбанизированных территорий характерна высокая пластичность и изменчивость морфометрических параметров растений в зависимости от уровня антропогенной нагрузки [Морозова, 2009; Бухарина и др., 2012]. К критериям адаптивности и устойчивости растений в городах относят изменение биохимических показателей [Тужилкина и др., 1998] и морфометрических параметров, которые находят свое выражение в росте и развитии растительного организма [Морозова, Дебелая, 2018]. Изменение морфоструктуры представляет собой результирующую реакцию организма, дающего неспецифический опосредованный ответ на комплекс условий произрастания.

Одним из принципов зеленого строительства является использование разнообразного ассортимента аборигенных и интродуцированных древесно-кустарниковых растений. Хвойные деревья в озеленении городов используются сравнительно мало. По разным оценкам на их долю в общем количестве древесных насаждений в разных городах страны приходится около 1,0–1,5 % [Шихова, Полякова, 2006; Прохоренко и др., 2017]. Хвойные растения чувствительны к незначительному загрязнению воздуха, поэтому их считают индикаторами состояния окружающей среды. Одними из таких свойств на организменном уровне являются пластичность и изменчивость морфометрических показателей, на популяционном – виталитетная структура [Злобин, 2009]. Например, у лиственных пород наблюдается снижение фотосинтетической активности ассимиляционного аппарата (число листьев, их площадь и биомасса), у хвойных – сокращается возраст и уменьшается масса хвои. Известно, что в районах техногенного загрязнения атмосферы повреждается фотосинтетический аппарат *P. sylvestris*, снижается общее количество пигментов, изменяется проводящая система хвои, что приводит к нарушениям процесса накопления хлорофилла и сокращению продолжительности жизни хвои [Тужилкина и др., 1998]. Поллютанты изменяют охвоенность побега у хвойных растений, что позволяет использовать

этот параметр как индикатор при биомониторинге промышленных загрязнений [Черненко, 2002]. В этом отношении интересен опыт с введением в озеленение городов *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. (сем. Pinaceae), которая переносит городские условия хорошо по сравнению с другими хвойными породами.

Хвойные древесные породы используются для озеленения поселений повсеместно, но, как правило, их участие в видовой структуре насаждений незначительно, что типично для городов, расположенных в разных природно-климатических зонах страны [Колесников, 1974; Сродных, 2005; Шихова, Полякова, 2006]. С учетом устойчивости в городской среде [Прохоренко и др., 2017], высокой декоративности, фитонцидности (эфироносности) хвойных деревьев рекомендуют широко вводить в культуру *Picea jezoensis* (Sibold & Zucc.) Carriere, *Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.), *Pinus koraiensis* Siebold & Zucc. и *L. gmelinii*. Исследований, изучающих динамику роста деревьев в городах, крайне мало, а для дальневосточного региона – особенно.

Отмечается, что “... при планировании и реконструкции зеленых насаждений необходимо учитывать эколого-биологические особенности, декоративные качества и репродуктивную стратегию растений, их средообразующий потенциал, устойчивость к воздействию комплекса различных негативных факторов, микроклиматические особенности урбаноэкотопов, специфику и характер застройки города” [Бухарина и др., 2012]. В последние годы *L. gmelinii* стали активно использовать в зеленом строительстве городов.

Изменение качества зеленых насаждений под влиянием антропогенной нагрузки на протяжении многих лет является предметом повышенного внимания исследователей [Черненко, 2002; Макаревич и др., 2006; Бухарина, Двоглазова, 2010; Прохоренко и др., 2017; и др.]. Различные аспекты процессов роста и развития древесных растений в условиях города изучались многими исследователями [Шихова, Полякова, 2006; Бухарина и др., 2012], но особенности формирования популяционной структуры в условиях урбосреды изучены недостаточно. Этот вопрос, на наш взгляд, является важным при создании устойчивых к урбанизированным стрессам древесных насаждений.

Целью работы является изучение виталитетной структуры популяций *L. gmelinii* в условиях урбанизированной среды (на примере г. Хабаровска).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является *L. gmelinii* – одна из наиболее распространенных хвойных пород, которая активно используется в озеленении дальневосточных городов. Вид произрастает в широкой амплитуде факторов окружающей среды: температуры, увлажнения, трофности, кислотности почв, в том числе приспосабливается к меняющимся условиям урбанизированной среды. *L. gmelinii* светолюбива, морозо- и засухоустойчива, неприхотлива к почвенным условиям, переносит избыточное застойное увлажнение [Поздняков, 1975; Барченков, Милютин, 2008], устойчива к загрязнению атмосферы, хорошо переносит пересадку. Эти качества позволяют широко использовать лиственницу для озеленения городских территорий [Озеленение..., 1961; Зеленый наряд..., 1977; Ассортимент..., 1987]. Некоторые авторы отмечают полиморфизм и способность рода к гибридизации в пределах ареалов [Амяга, Нифонтов, 2019]. Лиственница представляет большую ценность для зеленого строительства в городах, особенно для северных регионов страны [Колесников, 1974].

При изучении виталитетной структуры локальных популяций *L. gmelinii* по градиенту урбанизированных экотопов использовали методику популяционного анализа и морфометрического подхода [Злобин, 1989; Злобин и др., 2013; Морозова, 2015]. Морфометрический анализ включал следующие показатели: высота дерева, м; диаметр ствола на высоте 1,3 м, см; длина годового прироста побега, см; число листовых пучков, шт.; длина хвои, см; диаметр годичного побега, см; масса хвои, г; масса годичного побега, г. Изучали 2–3-летние побеги растений из средней части кроны с южной стороны (30–50 экз. деревьев), отобранных в популяциях методом случайной выборки. Объем выборки для морфометрического анализа у *L. gmelinii*, произрастающей в скверах, составил 78 шт. побегов; у растений из лесопарка – 96 шт. побегов; у растений, произрастающих вдоль автомаги-

стралей, проанализировано 104 экз. 2–3-летних побегов. Статистические характеристики вида, произрастающего в разных экотопах города, представлены средними величинами за три года вегетации. Диаметр ствола измеряли дендрологической вилкой на высоте 1,3 м, высоту растений – мерной рейкой. Полученные материалы обработаны статистически, расчеты проведены в пределах пакета VITAL. Для каждого признака вычислены среднее арифметическое значение и его ошибка ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$). Внутрипопуляционную изменчивость морфометрических параметров изучали с помощью коэффициента вариации (C_V , %), позволяющего сравнивать разноразмерные параметры растений [Шмидт, 1984].

Изучение виталитетной структуры популяций проводили по наиболее вариабельным морфометрическим параметрам в посадках одного онтогенетического состояния. Детерминирующий комплекс признаков для *L. gmelinii* составили биологически значимые признаки с высокой степенью варьирования: длина прироста побега (C_V варьировал от 39,09 до 68,86 %), масса хвои на годичном приросте (C_V 51,81–120,52 %), масса годичного побега (C_V 67,73–119,85 %). Данные показатели характеризовали морфоструктуру растений и отражали их ростовую и формообразовательную деятельность в урбанизированной среде. Все показатели статистически существенно отличались в зависимости от уровня антропогенной трансформации экотопов. Определение виталитетной структуры экотопических популяций *L. gmelinii* проводили на основе разделения континуума особей на три размерных класса (мелкие, промежуточные, крупные) на основе количественных показателей [Злобин, 2009; Злобин и др., 2013]. Качество популяций (Q) рассчитывали по соотношению классов виталитета a , b , c , где a – доля особей высшего класса; b – промежуточного; c – низшего класса виталитета. Популяции разделили на три виталитетных типа: процветающие – $Q = \frac{1}{2}(a + b) > c$, равновесные – $Q = \frac{1}{2}(a + b) = c$, депрессивные – $Q = \frac{1}{2}(a + b) < c$ [Злобин, 2009].

В работе были использованы данные инвентаризации зеленых насаждений с участием *L. gmelinii*. Градиент экотопов составили искусственные посадки вида, произрастающие на газонах разделительных полос вдоль транспортной городской инфраструктуры:

автомагистралей, основные дороги по городу, квартальные улицы, бульвары. Экспертные оценки классов жизнеспособности деревьев [Методика..., 1997] в генеративном онтогенетическом состоянии перевели в классы виталитета в соответствии с состоянием: хорошее – класс виталитета *a*, удовлетворительное (ослабленное) – *b*, неудовлетворительное (угнетенное) – *c*.

Градиент урбоэкоотопов с участием *L. gmelinii* представлен городскими районами: с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) 20,52) – газоны вдоль автомагистралей и городских дорог с высокой транспортной нагрузкой; с низким уровнем загрязнения (КИЗА 4,0) – парки, скверы, бульвары; условно “чистые” местообитания – пригородные посадки лесных культур [Государственный доклад..., 2021].

РЕЗУЛЬТАТЫ

L. gmelinii используется в озеленении города. В видовой структуре искусственных насаждений городских бульваров в г. Хабаровске доля *L. gmelinii* в среднем составляет 2,36 %. В парках (на примере парка Динамо) в 2006 г. из произрастающих 43 древесных видов *L. gmelinii* занимала 1,3 %. Растения *L. gmelinii* высокой жизненности составили 46,1 %. Материалы инвентаризации насаждений парка, проведенной через десять лет (2016 г.), пока-

зали, что произошло расширение породного состава парка до 51 вида аборигенных и интродукционных древесных растений, и доля лиственницы в посадках незначительно увеличилась. Похожая ситуация наблюдается и в других городских парках, где в последние годы проведена реконструкция и реставрация древесно-кустарниковых насаждений. На газонах разделительных полос вдоль автомагистралей города массовая посадка лиственниц проведена в 2015–2018 гг. Поэтому их участие в зеленой инфраструктуре автомагистралей невелико, около 1,31–1,49 %. Возраст основной массы деревьев составляет 20–30 лет, а жизненное состояние – высокое. Вдоль основных проездов по городу участие *L. gmelinii* составляет от 1,01 до 1,26 %, на внутриквартальных улицах – от 1,34 до 1,68 % при абсолютном доминировании *Populus nigra* L., *Populus balsamifera* L., *Populus deltoids* W. Bartram ex Marshall, *Ulmus pumila* L.

Анализ пластичности и изменчивости показателей морфоструктуры *L. gmelinii* показал, что каждый из морфометрических признаков растений отличается специфической изменчивостью и пластичностью по отношению к экологическим факторам и ценотическим условиям произрастания. Изменения морфометрических показателей роста *L. gmelinii* по градиенту урбанизированных экотопов представлены в табл. 1.

Как отмечает автор виталитетного анализа растительных популяций [Злобин, 1989,

Т а б л и ц а 1

Пластичность и изменчивость *Larix gmelinii* (виргинильное онтогенетическое состояние) в условиях урбанизированной среды

Морфометрический показатель растений	Урбанизированный экотоп					
	Автомагистраль		Сквер		Лесопарк	
	$x \pm S_x$	$C_V, \%$	$x \pm S_x$	$C_V, \%$	$x \pm S_x$	$C_V, \%$
Диаметр ствола, см	5,83 ± 0,31	48,14	6,74 ± 0,60	55,77	5,28 ± 0,65	65,63
Высота дерева, м	4,52 ± 0,51	37,03	4,43 ± 0,21	32,02	3,96 ± 0,25	34,08
Масса годичного побега, г	0,36 ± 0,07	119,85	0,30 ± 0,05	86,44	0,30 ± 0,07	111,72
Длина годичного прироста побега, см	11,73 ± 1,24	58,28	12,88 ± 0,93	39,09	11,78 ± 1,20	45,91
Диаметр годичного побега, см	0,23 ± 0,016	41,56	0,20 ± 0,009	22,81	0,20 ± 0,009	21,48
Число листовых пучков, шт.	15,79 ± 1,60	57,57	17,47 ± 1,31	40,41	15,76 ± 1,21	34,50
Масса хвои, г	0,47 ± 0,10	117,05	0,45 ± 0,10	120,52	0,19 ± 0,02	52,81
Длина хвои, см	2,03 ± 0,19	50,98	1,87 ± 0,07	20,26	2,47 ± 0,68	19,26

П р и м е ч а н и е. $x \pm S_x$ – среднее значение и его ошибка; C_V – коэффициент вариации, %.

2009; Злобин и др., 2013], виталитетные спектры популяций высокореактивны и обратимы в отличие от онтогенетических спектров, что служит базой для раскрытия тонких связей эколого-фитоценотической ситуации с популяционными характеристиками вида и определяют популяционное разнообразие. Показателем жизненного состояния популяций растений является виталитетный состав, показывающий соотношение в популяциях особей разной жизненности [Злобин, 2009; Миркин, Наумова, 2012].

Детерминирующий комплекс признаков для виталитетного анализа *L. gmelinii* составили биологически значимые признаки с высокой степенью варьирования: длина прироста побега (C_V варьировал от 39,09 до 68,86 %), масса хвои на годичном приросте (C_V 51,81–120,52 %), масса годичного побега (C_V 67,73–119,85 %). На основе выделенного детерминирующего комплекса морфометрических признаков вида был проведен виталитетный анализ экотопических популяций *L. gmelinii* (табл. 2).

Виталитетный тип популяций *L. gmelinii* в виргинильном онтогенетическом состоянии изменялся от равновесного до депрессивного (см. табл. 2). У *L. gmelinii*, произрастающей в скверах, индекс качества (Q) был сравнительно высок и составил 0,333 с преобладанием в составе популяции растений высшего класса виталитета (39,1 %), что свидетельствует о ее устойчивом положении. С высокой статистической достоверностью в местообитаниях вблизи автотранспортной инфраструктуры города сформировалась популяция вида депрессивного типа, Q упал до 0,283. Популяция представлена двумя крупными виталитетными классами, где доля растений высокой и низкой жизненности одинакова –

43,3 %. Это отчасти объясняется экологической пластичностью вида и условиями достаточной инсоляции в данном экотопе. На ранних стадиях развития в условиях высокой фитоценотической и экотопической конкуренции в лесопарке сформировалась популяция *L. gmelinii* депрессивного типа, здесь отмечено самое низкое значение индекса качества популяции – 0,200, а доля особей высшего класса виталитета снизилась до 15,0 %.

Исследование виталитетной структуры популяций вида в генеративном онтогенетическом состоянии у *L. gmelinii*, произрастающих на газонах вдоль транспортной инфраструктуры города, показало, что качество популяций было высоким и изменялось в диапазоне от 0,47 до 0,49, что характеризовало виталитетные типы как процветающие (рис. 1) во всех обследованных экотопах. При нарастании пресса урбанизации индекс качества популяций падал, но незначительно, при этом сохранялся виталитетный тип обследуемых популяций.

Виталитетные спектры популяций *L. gmelinii*, произрастающей на разделительных газонах транспортной инфраструктуры г. Хабаровска (генеративное онтогенетическое состояние), показаны на рис. 2. Во всех вариантах транспортного озеленения преобладают растения высшего класса виталитета (a). Наиболее благоприятная ситуация складывается на бульварах. В то же время даже при высоких транспортных нагрузках доля взрослых особей вида высокой жизненности значительна. На наш взгляд, это связано как с устойчивостью вида, так и теми систематическими агротехническими мероприятиями, которые администрация города проводит на важных объектах городской инфраструктуры.

Т а б л и ц а 2

Виталитетные спектры популяций *Larix gmelinii* (виргинильное онтогенетическое состояние) по градиенту урбозкоптов

Урбанизированный экотоп	Частоты классов виталитета, отн. ед.			Качество популяции $Q = \frac{1}{2}(a + b)$	Статистическая достоверность, %	Виталитетный тип популяции
	a	b	c			
Автомостраль	0,433	0,133	0,433	0,283	95,0	Депрессивный
Сквер	0,391	0,276	0,333	0,333	96,0	Равновесный
Лесопарк	0,150	0,250	0,600	0,200	60,0	Депрессивный

П р и м е ч а н и е. a – высший класс виталитета; b – промежуточный класс виталитета; c – низший класс виталитета.

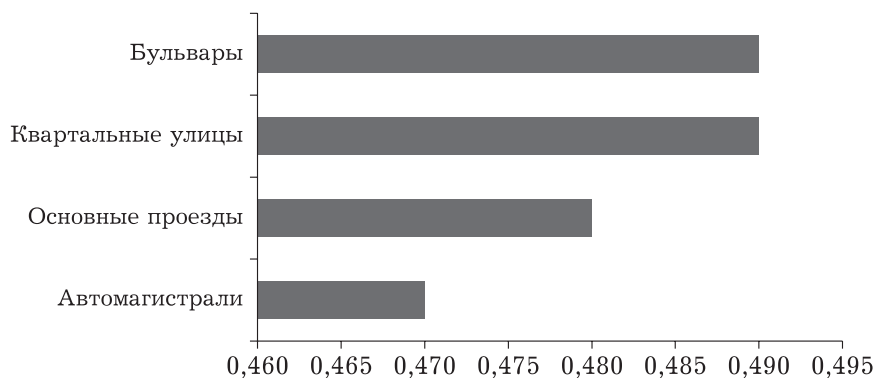


Рис. 1. Изменение качества популяций (Q) *Larix gmelinii* (генеративное онтогенетическое состояние) по градиенту урбоэкотопов г. Хабаровска

ОБСУЖДЕНИЕ

Популяции *L. gmelinii* в виргинильном онтогенетическом состоянии, произрастающие в разных экотопических условиях, отличались по целому ряду характеристик: показателям фотосинтетической активности, массе годичного побега и размерам. Наибольшие различия затронули показатели фотосинтетической деятельности растений, произрастающих в уличных посадках. Для лиственниц, произрастающих в городских экотопах, в целом характерны относительно более высокие показатели роста и формообразования по сравнению с контролем (лесопарк). Масса хвои *L. gmelinii* из лесопарка ($0,19 \pm 0,02$ г)

более чем в 2 раза ниже аналогичного параметра, чем у растений урбанизированных экотопов. Известно, что длина хвои является индикаторным признаком и зависит от почвенных и климатических факторов [Абаимов, Коропачинский, 1984], наиболее быстро воспринимает разные внешние воздействия на растения и гибко реагирует на них. Длина хвои у *L. gmelinii* из пригородного лесопарка составляет $2,47 \pm 0,68$ см, что несколько превышает показатели для растений из естественных экотопов – $0,19–0,23$ см [Макаров и др., 2010]. В городских условиях у растений этот показатель существенно снижается. Длина годового прироста побега у растений

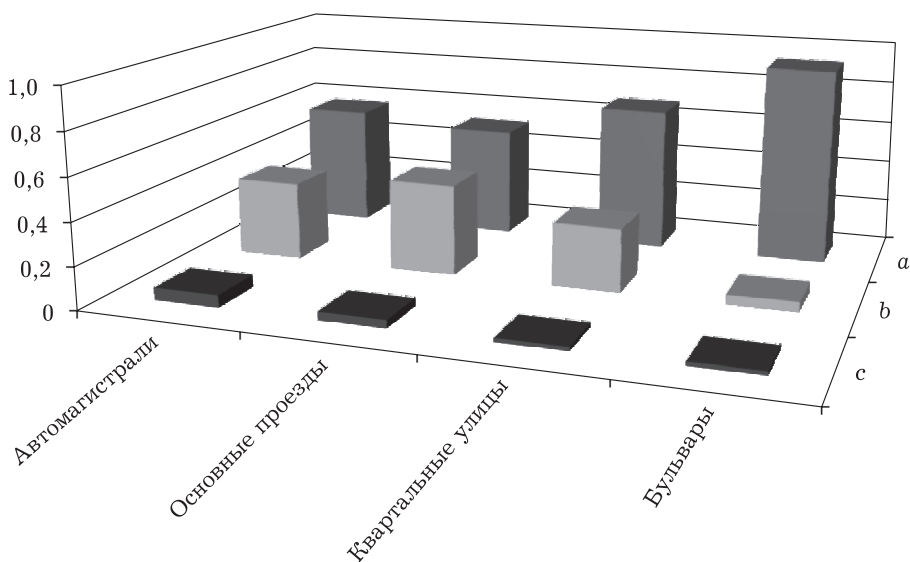


Рис. 2. Виталитетный спектр популяций *Larix gmelinii* в условиях уличного озеленения г. Хабаровска (генеративное онтогенетическое состояние).

По горизонтали – городские экотопы; по вертикали – отн. ед. доли классов (с – особи нижнего класса, b – особи промежуточного класса, a – особи высшего класса виталитета)

L. gmelinii максимальна для растений в скверах – $12,88 \pm 0,93$ см, в уличных посадках и пригородных лесах этот показатель у растений ниже.

Изменчивость растений обусловлена в определенной степени эколого-фитоценотической обстановкой местообитания [Злобин, 2009]. В целом амплитуда изменчивости морфометрических показателей *L. gmelinii* повышалась при возрастании урбанизированного пресса. Изменчивость изучаемых признаков находилась в амплитуде от 19,26 до 119,85 %, т. е. варьировала от среднего уровня до очень высокого. Совокупность исследованных параметров вида сравнительно мало изменчива в лесных сообществах лесопарка (C_V в среднем 48,17 %). Наиболее нестабильна морфоструктура растений, произрастающих в озеленении автомагистралей (C_V в среднем 66,31 %), где наблюдается высокий уровень атмосферного загрязнения, низкие показатели плодородия и влажности почв и почвенных субстратов. Изменчивость растений в относительно благоприятных экологических условиях – скверах, составила в среднем 52,17 %. Наиболее изменчивыми морфопараметрами *L. gmelinii* были масса годичного побега и масса хвои.

Высокая жизнеспособность вида, произрастающего вдоль дорог и автомагистралей, согласуется с данными других исследователей, например, относительное жизненное состояние насаждений *Larix* sp., *Larix sibirica* Ledeb. в г. Казани варьировало от 60 до 100 %, что характеризовало насаждения соответственно как со слабым повреждением древостоя и здоровые [Прохоренко и др., 2017].

Виталитетная структура популяций растений закономерно и статистически достоверно изменялась в зависимости от онтогенетического состояния, уровня устойчивости растений к антропогенным нагрузкам. На ранних стадиях развития у *L. gmelinii* индекс виталитета популяций по градиенту урбанизации снижался в 1,7 раза. В вегетативном онтогенетическом состоянии виталитетный тип популяций *L. gmelinii* изменялся от равновесного до депрессивного, а индекс качества популяций снижался от 0,333 до 0,200. В генеративном онтогенетическом состоянии сформировались процветающие популяции вида с высоким значением индекса качества популяций, в среднем – 0,475.

Высокое качество популяций *L. gmelinii* в сочетании со значительной долей участия растений высшего жизненного состояния (класс а) и растений промежуточного класса виталитета (b) свидетельствуют об устойчивости вида в урбанизированной природной среде. Пластичность и изменчивость морфоструктуры, устойчивость, декоративные и фитонцидные свойства позволяют рекомендовать шире использовать *L. gmelinii* в зеленом строительстве в городах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Популяционный анализ в отношении *L. gmelinii* в урбанизированной среде проведен на основании количественных параметров, которые характеризовали рост и формирование растений (величина ежегодного прироста, показатели фотосинтетической активности). Детерминирующий комплекс признаков для виталитетного анализа *L. gmelinii* составили биологически значимые признаки с высокой степенью варьирования: длина прироста побега (C_V варьировал от 39,09 до 68,86 %), масса хвои на годичном приросте (C_V 51,81–120,52 %), масса годичного побега (C_V 67,73–119,85 %).

Популяционный анализ дает возможность рассматривать виталитетную структуру популяции *L. gmelinii* как комплексную характеристику, пригодную для оценки общей устойчивости растений в урбанизированной среде обитания. Анализ виталитетной структуры популяций рекомендуется использовать при подготовке проектов реконструкции городских насаждений, составлении дендропланов и планировании ассортимента пород в питомниках с учетом индивидуальных реакций растений на стрессы урбанизированной природной среды.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания “Динамика природных и природно-хозяйственных систем в условиях освоения Приамурья и Приохотья (2021–2025)”. Номер госрегистрации 121021500060-4.

Соблюдение этических стандартов

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных.

Конфликт интересов

Автор данной работы заявляет, что конфликта интересов нет.

ЛИТЕРАТУРА

- Абаимов А. П., Коропачинский И. Ю. Лиственница Гмелина и Каяндера. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 121 с.
- Амьга Е. Н., Нифонтов С. В. Сравнение генетических профилей лиственницы сибирской и лиственницы даурской для решения задач лесного хозяйства и роль лиственницы в озеленении городов // Экология и безопасность жизнедеятельности городов: проблемы и решения: материалы 19-й Междунар. конф. городов-побратимов "Формирование и управление экологической политикой городов" и 6-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Хабаровск, 8–9 октября 2019). Хабаровск: МАУ "Хабаровские вести", Изд-во ДВГУПС, 2019. С. 24–29.
- Ассортимент древесных и кустарниковых растений для зеленого строительства и создания лесных культур в зеленых зонах Хабаровского края: Практические рекомендации / сост.: В. М. Тагильцева, А. М. Кормилицина. Хабаровск, 1987. 32 с.
- Барченков А. П., Милютин Л. И. Изменчивость генеративных органов лиственниц Гмелина и Каяндера в Восточной Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. XXV, № 1–2. С. 37–43.
- Бухарина И. Л., Двоглазова А. А. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях. Ижевск: Изд-во "Удмуртский университет", 2010. 184 с.
- Бухарина И. Л., Журавлева А. Н., Большова О. Г. Городские насаждения: экологический аспект. Ижевск: Изд-во "Удмуртский университет", 2012. 206 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Хабаровского края в 2020 г. Хабаровск: М-во природ. ресурсов Хабаровского края, 2021. 255 с.
- Зеленый наряд города (Озеленение населенных пунктов Дальнего Востока). Хабаровск: Кн. изд-во, 1977. 192 с.
- Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. 148 с.
- Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы: Университетская книга, 2009. 263 с.
- Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика исследования. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.
- Колесников А. И. Декоративная дендрология. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 704 с.
- Макаревич О. А., Смирнова Н. С., Загоскина Н. В. Технологич. стресс и его влияние на листовые древесные растения (на примере парков г. Ярославля) // Экология. 2006. № 6. С. 410–414.
- Макаров В. П., Малых О. Ф., Захаров А. А., Желибо Т. В. Полиморфизм лиственницы в бассейне р. Хилек (Восточное Забайкалье) // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 7. С. 71–77.
- Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. Минстрой России. М.: Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, 1997. 14 с.
- Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: АНРБ, Гилем, 2012. 488 с.
- Морозова Г. Ю. Мониторинг урбанизированной среды: структура популяций растений // Изв. Самарск. науч. центра РАН. 2009. Т. 11, № 1(6). С. 1170–1173.
- Морозова Г. Ю. Особенности формирования популяций *Setaria viridis* в урбанизированной среде // Сиб. экол. журн. 2015. Т. 22, № 2. С. 320–331. [Morozova G. Yu. Peculiarities of Formation of *Setaria viridis* Populations in an Urbanized Environment // Contemporary Problems of Ecology. 2015. Vol. 8, N 2. P. 256–265.]
- Морозова Г. Ю., Дебелая И. Д. Анализ проблем озеленения современного города (на примере Хабаровска) // Вестн. ДВО. 2018. № 4. С. 38–49.
- Озеленение населенных пунктов Хабаровского края. Хабаровск: Кн. изд-во, 1961. 104 с.
- Поздняков Л. К. Даурская лиственница. М.: Наука, 1975. 312 с.
- Прохоренко Н. Б., Демина Г. В., Мингазов Д. Н. Оценка жизненного состояния деревьев в урбанизированных условиях Казани // Изв. Самарск. науч. центра РАН. 2017. Т. 19. № 2 (3). С. 507–512.
- Разумовский Ю. В. Особенности развития липы *Tilia cordata* Mill. в городе // Биол. науки. 1991. № 8. С. 151–160.
- Сродных Т. Б. Состояние озеленения в городах на севере Западной Сибири // ИВУЗ "Лесной журнал". 2005. № 3. С. 27–34.
- Тужилкина В. В., Ладанова Н. В., Плюснина С. Н. Влияние техногенного загрязнения на фотосинтетический аппарат сосны // Экология. 1998. № 2. С. 89–93.
- Черненко Т. В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. М.: Наука, 2002. 191 с.
- Шихова Н. С., Полякова Е. В. Деревья и кустарники в озеленении города Владивостока. Владивосток: Дальнаука, 2006. 236 с.
- Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 288 с.

Vital structure of population *Larix gmelinii* in urban environment

G. Yu. MOROZOVA

*Institute of Water and Ecology Problems
Far Eastern Branch Russian Academy of Science
56, Dikopoltzev str., Khabarovsk, 680000, Russia
E-mail: morozova-ivep@mail.ru*

The questions of changes in the life status of *Larix gmelinii* along the gradient of urbanized ecotypes are considered on the basis of population analysis and morphometric approach. *L. gmelinii* growing under different conditions differed in a number of size and growth characteristics of photosynthetic activity. The maximum values were noted in plants growing in public gardens and on city streets under conditions of high insolation. The vitality structure of the populations of the species in the vegetative ontogenetic state changed from depressive to equilibrium, the population quality index changed from 0.2 to 0.333. When examining the landscaping of transport highways of the city, local populations of *L. gmelinii* in the generative ontogenetic state were of a prosperous type, the population quality index varied slightly from 0.47 to 0.49. The plasticity of the species, the high viability of *L. gmelinii*, due to resistance to air pollution, unpretentiousness to soil conditions of growth, transplantation, allow larch to be widely used for landscaping urban areas.

Key words: *Larix gmelinii*, population, vitality, population quality, urban environment.