

DOI 10.31509/2658-607X-2021-44-94
УДК 574.3+ 502.753

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *TILIA CORDATA* И *ULMUS GLABRA* В ЛЕСАХ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

© 2021 г.

Е. А. Платонова^{1*}, Н. В. Афошин², Т. Ю. Дьячкова¹

¹ Петрозаводский государственный университет,
Россия, 185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

² Институт леса Карельский научный центр РАН,
Россия, 185000, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11

*E-mail: meles@sampo.ru

Поступила в редакцию: 26.01.2021

После рецензирования: 15.11.2021

Принята к печати: 18.11.2021

Актуальность и цели. Ценопопуляции широколиственных видов деревьев на северной границе ареала представляют особенный научный интерес как объекты биологического разнообразия. Актуальность исследований связана и с необходимостью организации мониторинга этих редких объектов в составе лесов Петрозаводского городского округа, где наблюдается рост антропогенной нагрузки. Оценка состояния ценных природоохранных объектов важна не только с научной точки зрения, но и для экономической оценки экосистемных услуг, базирующихся на тех функциях природных экосистем, которые обеспечивают качество жизни населения.

Материал и методы. В течение 2017–2018 гг. проведено детальное исследование ценопопуляций *Tilia cordata* и *Ulmus glabra* на двух модельных участках в границах Петрозаводского городского округа. Определена площадь, численность, онтогенетическая структура ценопопуляций с использованием стандартных методик и с учетом особенностей конкретных видов.

Результаты и заключение. Для исследуемых ценопопуляций характерны изолированность, небольшие размеры (до 23 га). Они формировались в ходе восстановительной сукцессии после рубок и пожаров давностью более 100 лет. По онтогенетической структуре ценопопуляции являются нормальными зрелыми, имеют характерный онтогенетический спектр левостороннего типа с максимумом на иматурных особях; таким образом, ценопопуляции характеризуются устойчивым оборотом поколений. Поддержание численности популяций осуществляется посредством вегетативного и семенного размножения. Присутствуют крупные генеративные особи возрастом до 120 лет, редкие для северных районов.

Ключевые слова: ценопопуляция, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, городские леса, граница ареала, фрагментация популяций

Широколиственные виды деревьев — липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) и вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds.) находятся в среднетаежной подзоне Карелии на северной границе ареала, где формируют редкие разрозненные популяции в ландшафтных комплексах различного генезиса: сельговом комплексе, сложившемся в условиях денудационно-тектонического грядового рельефа; моренных равнинах, прерываемых мелкими сельгами, озерно-ледниковых песчаных равнинах с комплексом песчано-галечных озов и понижений (Яковлев, 1973). Как правило, популяции приурочены к хорошо прогреваемым южным склонам, скальным обнажениям, нижним частям катен с интенсивной аккумуляцией органо-минеральных веществ.

Первые находки широколиственных видов деревьев в Карелии датируются древним голоценом, наиболее широкое распространение и участие в лесном покрове они получили в атлантический период (Елина, 2000). В суббореальном периоде участие широколиственных деревьев в растительном покрове сокращается, что связывают с резким похолоданием и уменьшением влажности климата (Елина, 2000; Pigott, Huntley, 1981). Определенную роль в уменьшении численности липы и вяза, по всей видимости, сыграл антропогенный фактор (хозяйственное использование древесины, вырубка ле-

сов и распашка наиболее плодородных земель).

Петрозаводск (до 1784 г. Петровская слобода) начинает свою историю в 1703 г. с началом строительства Петровского завода. Хозяйственная деятельность по освоению этой территории велась и ранее в связи с наличием целого ряда поселений на соседних территориях (Платонова, Лантратова, 2009). В настоящее время ряд городских территорий и обширные пространства пригородной зоны Петрозаводска заняты лесами на стадии завершения онтогенеза первого поколения позднесукцессионных видов либо на стадии доминирования раннесукцессионных видов.

Сохранившиеся леса представляют ценный биоресурсный потенциал и имеют огромное санитарно-гигиеническое и культурно-эстетическое значение для городской экосистемы. Применительно к городским и пригородным лесам особенно актуальным является развивающееся научное направление, связанное с оценкой так называемых экосистемных функций и услуг, связанных с обеспечением экосистемами качества жизни населения (Касимов, Касимов, 2015; Литвинова и др., 2016). В ряде работ рассматривается постепенный переход лесного хозяйства на новый качественный уровень — к экосистемному лесному хозяйству (Писаренко, Страхов, 2012).

Наиболее важными параметрами экосистемной значимости лесов являются размеры и протяженность, степень их освоения и фрагментарности, продолжительность развития и продуктивность, показатели биоразнообразия. В этом плане выявление ценных природоохранных объектов имеет не только научный, но и экономический интерес.

Ценопопуляции широколиственных деревьев в составе городских и пригородных лесов Петрозаводска — крайне редкое явление. Это фрагментарные разрозненные популяции, которые имеют значение как важнейший элемент биоразнообразия. Близость жилых районов и интенсивное развитие города с вырубкой все новых участков городских лесов ставит под угрозу дальнейшее существование этих уникальных объектов.

Цель исследования — изучить структуру ценопопуляций *T. cordata* и *U. glabra* на северной границе ареала как важнейшего элемента биоразнообразия городских и пригородных лесов, а также оценить их состояние и перспективы сохранения в условиях урбанизации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Фитоценозы с участием широколиственных видов располагаются в пределах Петрозаводского городского

округа в двух типах ландшафтов (рис. 1, стр. 4). В северной части округа область распространения ценопопуляций *T. cordata* охватывает природную территорию Ботанического сада ПетрГУ и Заозерский заказник с денудационно-тектоническим грядовым типом ландшафта. Фитоценозы с участием *T. cordata* принадлежат ассоциации *Melico-Piceetum subass. typicum* var. *Tilia cordata*, их описание приведено в базе данных «Ценофонд лесов Европейской России» (2006). Фитоценозы располагаются на нижних участках денудационных террас с суглинистыми или супесчаными почвами, нормальным уровнем увлажнения, также могут встречаться на хорошо дренируемых окраинах небольших болот. *U. glabra* на этой территории не произрастает.

В юго-западной части территории Петрозаводского городского округа ландшафт представляет собой плоско-наклонную равнину озерного и озерно-ледникового генезиса, рельеф которой осложнен береговыми валами и слабо выраженными в рельефе уступами террас. Фитоценозы с участием *T. cordata* и *U. glabra*, которые предварительно идентифицированы как северный вариант ассоциации *Rhodobryo rosei-Piceetum abietis* (Определитель..., 2012), занимают здесь дренируемые долины ручьев на суглинистых почвах. Следует отметить, что фитоценозы с участием *T. cordata* и *U. glabra* встре-



Рисунок 1. Расположение учетных площадок в границах Петрозаводского городского округа (красный кружок — урочище «Чертов стул», синий кружок — урочище Сайнаволоок)

чаются и за пределами Петрозаводского городского округа, к югу вдоль побережья Онежского озера. Широколиственные виды деревьев образуют на этой территории фрагментированные ценопопуляции или встречаются в виде отдельных особей.

В 2017–2018 гг. было проведено детальное исследование ценопопуляций широколиственных видов на двух модельных участках, расположенных в указанных ландшафтах (рис. 1). Пер-

вая модельная ценопопуляция располагалась в городских лесах микрорайона Сайнаволоок, одноименном урочище «Сайнаволоок» (юго-западная часть Петрозаводского городского округа), вторая — на природной территории Ботанического сада ПетрГУ в урочище «Чертов стул» (северная часть округа). Урочище «Чертов стул» имеет статус памятника природы Республики Карелия.

Определена площадь ценопопуляций. Проведен полный пересчет всех

особей деревьев и выполнено их картирование на двух пробных площадях размером 2500 м² в урочище «Сайна-волок» и на всей площади, занимаемой ценопопуляцией в урочище «Чертов стул». На картах отмечены проекции крон и стволов всех деревьев высотой 10 м и более, скопления молодых особей. Для каждой особи измерены высота, диаметр ствола, площадь горизонтальной проекции кроны (по формуле площади эллипса), описаны пороки, включающие искривление и наклон ствола, морозобоины, сухобочины, дупла, механические повреждения. Устанавливали происхождение особей — семенное или вегетативное. Абсолютный возраст определяли выборочно у взрослых деревьев с помощью возрастного бура.

Использована периодизация онтогенеза, предложенная Т. А. Работновым (1950), дополненная А. А. Урановым (1975) и его учениками (Ценопопуляции..., 1976, 1988), в том числе для деревьев (Smirnova et al., 1999; Evstigneev, Korotkov, 2016). При полевых исследованиях в онтогенезе деревьев выделяли следующие состояния: ювенильное (*j*), имматурное первой подгруппы (*im*₁), имматурное второй подгруппы (*im*₂), виргинильное первой подгруппы (*v*₁), виргинильное второй подгруппы (*v*₂), молодое (*g*₁), средневозрастное (*g*₂) и старое (*g*₃) генеративные, сенильное (*s*). Особенности онтогене-

зов *T. cordata* и *U. glabra* уточняли на основе соответствующих публикаций (Чистякова, 1978, 1979; Кутыина, 1987; Диагнозы и ключи..., 1989). Тип онтогенетического спектра определяли согласно традиционной классификации ценопопуляций Т. А. Работнова (1950) и А. А. Уранова (1975) с учетом особенностей конкретных видов (Восточно-европейские..., 1994).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ценопопуляции *T. cordata* и *U. glabra* занимают сравнительно небольшие площади в составе лесов Петрозаводского городского округа, которые находятся на стадии восстановительной сукцессии после рубок или пожаров первой половины XX века (табл. 1, стр. 6). Современный возраст самых старых деревьев липы на исследуемых участках достигает 120 лет, такой же возраст имеют и другие виды деревьев.

Первая исследуемая ценопопуляция располагается на природной территории Ботанического сада ПетрГУ в урочище «Чертов стул» (рис. 1, стр. 4), которое представляет собой геологический памятник природы Республики Карелия. Здесь в денудационно-грядовом типе ландшафта ценопопуляция размещается на участках денудационных террас у подножия крупных, хорошо прогреваемых скальных обнажений южной экспозиции. Площадь ценопо-

пуляции *T. cordata* немного меньше пороговых значений (1.0 га), требующихся для устойчивого существования локальных популяций этого вида – 1.1–2.7 га (Восточноевропейские..., 1994). На этом участке произведен полный пересчет особей (табл. 1) и выполнено подеревное картирование в пределах

популяционных локусов для дальнейшего мониторинга состояния популяции. Согласно классификации Т. А. Работнова (1950) и А. А. Уранова (1975), ценопопуляция является нормальной полночленной. Возрастной спектр левостороннего типа (рис. 2), что характерно для древесных видов с устойчи-

Таблица 1. Характеристики ценопопуляций *Tilia cordata* и *Ulmus glabra* в лесах Петрозаводского городского округа

Характеристики ценопопуляций	<i>Tilia cordata</i> , урочище «Чертов стул»	<i>Tilia cordata</i> , урочище «Сайнаволоок»	<i>Ulmus glabra</i> , урочище «Сайнаволоок»
Площадь (га)	1	23	23
Плотность (число особей/га)*	390	170	464

* включены имматурные, виргинильные и генеративные растения



Рисунок 2. Онтогенетический спектр *Tilia cordata* в урочище «Чертов стул»

Онтогенетические состояния: *j* – ювенильное, *im₁* – имматурное первой подгруппы, *im₂* – имматурное второй подгруппы, *v₁* – виргинильное первой подгруппы, *v₂* – виргинильное второй подгруппы, *g₁* – молодое генеративное, *g₂* – средневозрастное генеративное, *g₃* – старое генеративное. Цифры над столбиками – доля от всего числа особей

вым оборотом поколений. Максимум отмечается на молодых имматурных особях. В основном это растения вегетативного происхождения — ксило-ризомные парциальные образования. Растения сенильной онтогенетической группы на этом этапе развития ценопопуляции отсутствуют. В составе ценопопуляции липы отмечаются особи различных жизненных форм. Среди виргинильных и генеративных растений более половины от общего числа составляют одноствольные деревья (рис. 3а, стр. 8), также присутствуют немногоствольные, многоствольные и куртинообразующие (рис. 3б, стр. 8). В неблагоприятных условиях липа формирует кустовидную жизненную форму (рис. 3в, стр. 8). Часть взрослых деревьев имеет крупные размеры, которые редки на северной границе

ареала (табл. 2). Их размеры уступают максимальным, указанным в литературе (De Jaegere et al., 2016), но близки к средним значениям, которые приводятся для более южной части ареала (Браславская, 2014; Василевич, Бибикова, 2002; Восточноевропейские..., 1994; Чистякова, 1982).

Встречаются отдельные особи семенного происхождения. Полевая всхожесть семян, по результатам специальных исследований, низкая и составляет всего 3–5%. Ограниченность семенного размножения и преобладание вегетативного возобновления характерно для видов рода *Tilia* в естественных местообитаниях (Чистякова, 1979), особенно вблизи границ природного ареала (Чистякова, 1982; Положий, Крапивкина, 1985; Pigott, 1991). Долговременное существование липы

Таблица 2. Размерные характеристики виргинильных и генеративных растений *Tilia cordata* и *Ulmus glabra* в исследуемых ценопопуляциях

Вид, район исследования	Онтогенетическое состояние	Объем выборки	Высота, м. $M \pm m_M$	Диаметр ствола, см. $M \pm m_M$	Площадь проекции кроны, м ² . $M \pm m_M$
<i>Tilia cordata</i> . Урочище «Чергов стул»	V	81	8.9 ± 0.36	9.45 ± 0.42	12.88 ± 0.96
	G	51	16.9 ± 0.67	24.81 ± 0.67	42.56 ± 4.93
<i>Tilia cordata</i> . Урочище «Сайнаволоок»	V	9	10.3 ± 1.40	12.23 ± 1.49	25.66 ± 5.00
	G	15	20.17 ± 1.08	33.80 ± 2.57	54.95 ± 5.20
<i>Ulmus glabra</i> . Урочище «Сайнаволоок»	V	50	10.62 ± 0.57	9.55 ± 0.55	21.21 ± 2.22
	G	7	24.51 ± 2.26	32.59 ± 4.25	69.11 ± 5.32

Примечание. M — среднее арифметическое, m_M — ошибка среднего арифметического

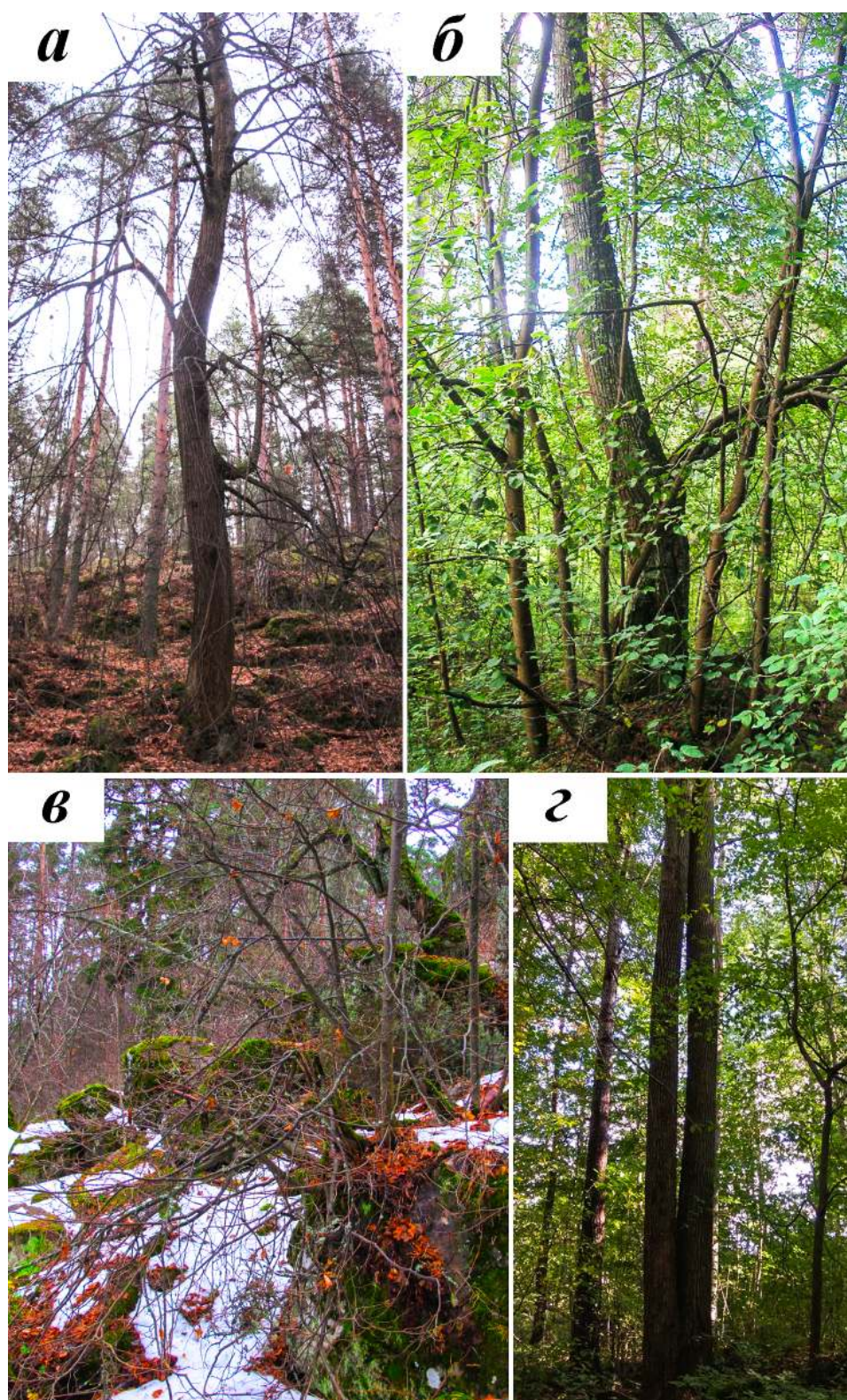


Рисунок 3. Жизненные формы деревьев в исследуемых сообществах: а — одноствольное дерево *Tilia cordata* в урочище «Чертов стул»; б — куртинообразующее дерево *Tilia cordata* в урочище «Чертов стул»; в — кустовидная *Tilia cordata* на древнем сейсмическом обвале в урочище «Чертов стул»; г — двуствольное дерево *Ulmus glabra* в урочище «Сайнаволок»

в составе сообществ обусловлено ее яркой способностью к вегетативному возобновлению. В этом проявляется фитоценотическая толерантность вида.

Исследуемая ценопопуляция липы предположительно сформировалась из сохранившихся куртин по окраинам пашен и сенокосов. В условиях конкуренции с другими видами древесных растений относительно небольшая площадь и изолированность ценопопуляций липы ограничивает их возможности к перекрестному опылению, семенному возобновлению и к расширению территории.

В урочище «Сайнаволоок» сохранились ценопопуляции двух широ-

колиственных деревьев — *T. cordata* и *U. glabra*. Площадь популяций липы и вяза больше пороговых значений, которые требуются для их устойчивого существования (Восточноевропейские..., 1994). При этом численность популяции липы ниже, чем в урочище «Чертов стул». Онтогенетический спектр *T. cordata* близок к характерному (Восточноевропейские..., 1994) с максимумом на имматурных растениях, второй небольшой пик приходится на средневозрастные генеративные растения (рис. 4).

А. А. Чистякова показала, что второй пик связан со значительной длительностью средневозрастного гене-

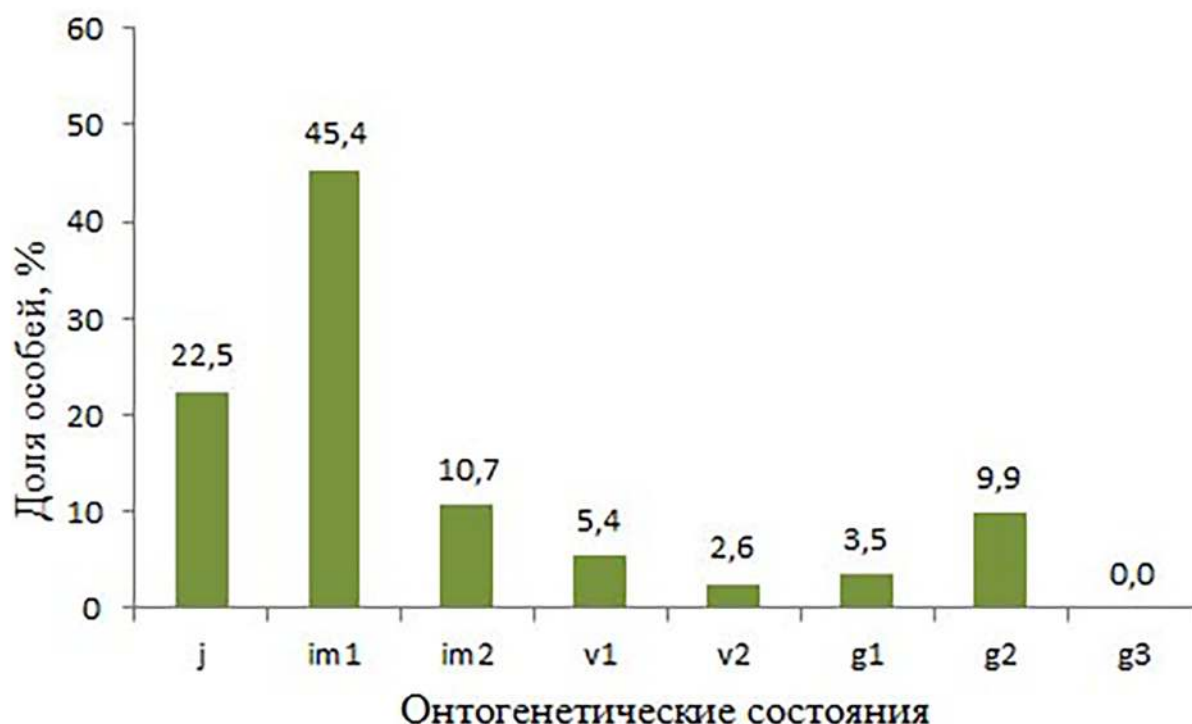


Рисунок 4. Онтогенетический спектр *Tilia cordata* в урочище «Сайнаволоок»

Онтогенетические состояния: *j* — ювенильное, *im*₁ — имматурное первой подгруппы, *im*₂ — имматурное второй подгруппы, *v*₁ — виргинильное первой подгруппы, *v*₂ — виргинильное второй подгруппы, *g*₁ — молодое генеративное, *g*₂ — средневозрастное генеративное, *g*₃ — старое генеративное. Цифры над столбиками — доля от всего числа особей

ративного состояния, в котором накапливается относительно большое число плодоносящих растений (Диагнозы и ключи..., 1989; Восточноевропейские..., 1994). Под характерным спектром подразумевается теоретический, который реализуется в условиях, близких к оптимальным. В урочище «Сайнаволоок» присутствуют наиболее крупные деревья среди обследованных ценопопуляций (табл. 2, стр. 7). В лесном урочище «Чертов стул» у липы также преобладает вегетативное возобновление и отмечается широкий спектр жизненных форм, которые ха-

рактерны для вида. Большинство генеративных особей имеют пороки: искривление или наклон ствола, дупла, морозобоины, механические повреждения.

Ценопопуляция *U. glabra* полночленная нормальная, в которой представлены все онтогенетические группы, кроме старых генеративных особей. Онтогенетический спектр левосторонний с максимумом на имматурных и виргинильных особях (рис. 5). Все это свидетельствует об устойчивом обороте поколений в ценопопуляции вяза. Среди жизненных форм преобладают

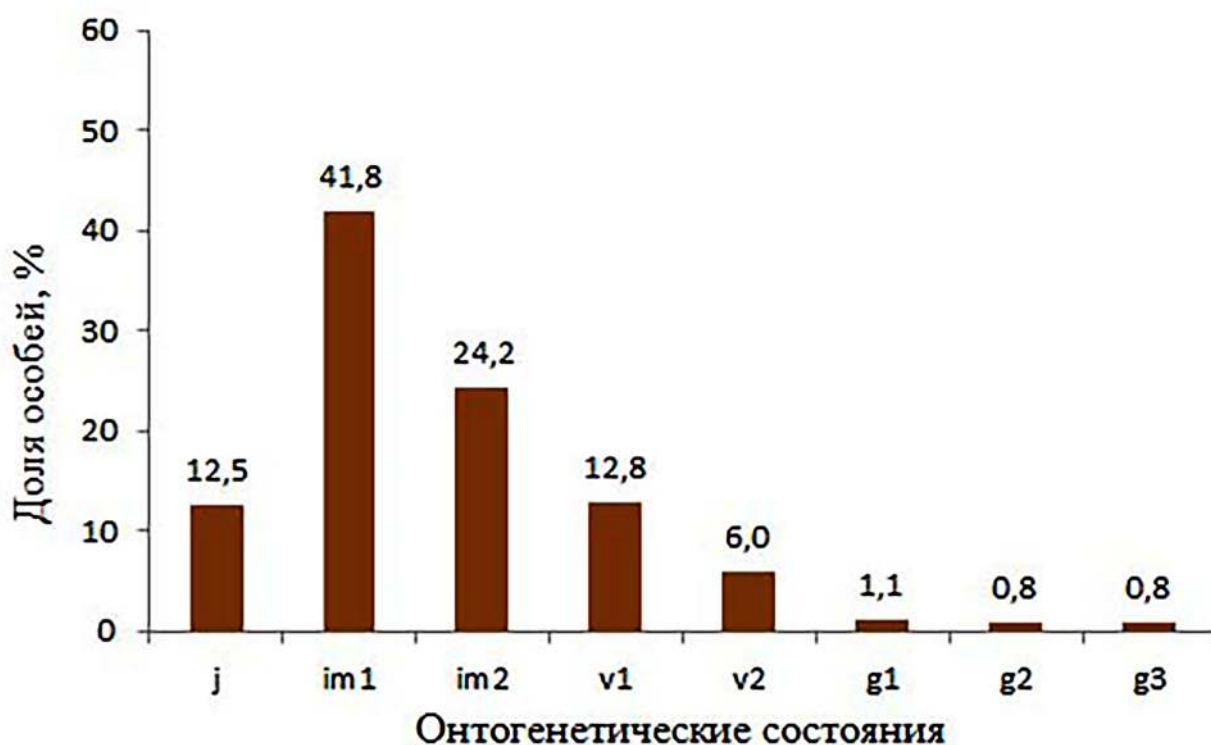


Рисунок 5. Онтогенетический спектр *Ulmus glabra* в урочище «Сайнаволоок»

Онтогенетические состояния: *j* – ювенильное, *im₁* – имматурное первой подгруппы, *im₂* – имматурное второй подгруппы, *v₁* – виргинильное первой подгруппы, *v₂* – виргинильное второй подгруппы, *g₁* – молодое генеративное, *g₂* – средневозрастное генеративное, *g₃* – старое генеративное. Цифры над столбиками – доля от всего числа особей

одноствольные деревья, а также встречаются немногоствольные, многоствольные, порослеобразующие и куртинообразные. В условиях достаточно стабильного увлажнения в исследуемом экотопе преобладает семенное возобновление. Среди обследованных 80 молодых особей (j, im_1) три четверти из них имели семенное происхождение. Остальные растения представляют собой корневые отпрыски. Отмечаются крупные деревья вяза, достигающие высоты 25 м (рис. 3г, стр. 8), аналогичные размеры приводятся для южной части ареала (Кутына, 1987).

Исследуемый фитоценоз и окружающие леса урочища Сайнаволока представляют собой относительно одновозрастные древостои (80-120 лет), сформировавшиеся после сплошных рубок, на отдельных участках имели место пожары. Предполагаем, что активный рост и развитие широколиственных видов деревьев (липы и вяза) происходил в условиях более высокой освещенности на ранних этапах восстановительной сукцессии после сплошной рубки с последующим вегетативным и семенным возобновлением.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследуемые ценопопуляции *T. cordata* и *U. glabra* занимают небольшие площади в пределах лесов Петрозаводского городского округа, тем не менее на

этих участках характеризуются устойчивым оборотом поколений. Об этом свидетельствуют достаточная численность и характерный онтогенетический спектр левостороннего типа с максимумом на имматурных особях. Поддержание численности популяций осуществляется посредством вегетативного и семенного размножения. Устойчивому состоянию ценопопуляций липы и вяза способствует пластичность их жизненных форм, которая позволяет этим видам осваивать разнообразные экологические условия в сообществе.

Выполненная работа — это первый этап мониторинга ценопопуляций *T. cordata* и *U. glabra* на исследуемой территории. Популяции имеют высокую природоохранную значимость в связи с присутствием крупных генеративных особей, а также старовозрастных деревьев, редких для северных районов. Кроме того, участие широколиственных деревьев в составе фитоценозов обеспечивает необходимые условия произрастания для целого ряда неморальных видов флоры, редких в среднетаежной подзоне. Расположение объектов в пределах городских лесов требует особого внимания и продолжения мониторинга в связи с ростом антропогенной нагрузки. Первостепенная задача, стоящая перед экологами, — это придание природоохранного статуса городским лесам с участием широколиственных видов деревьев в урочище «Сайнаволока».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Браславская Т. Ю. Состояние популяций липы (*Tilia cordata* Mill.) и вяза (*Ulmus laevis* Pall.) в старовозрастных лесах заповедника «Большая Кокшага» // Лесотехнический журнал. 2014. № 2. С. 17–30.
- Василевич В. И., Бибикова Т. В. Широколиственные леса северо-запада Европейской России. II. Типы липовых, кленовых, ясеневых и ильмовых лесов // Ботанический журнал. 2002. Т. 87. № 2. С. 48–61.
- Восточноевропейские широколиственные леса / Под ред. Смирновой О. В. М.: Наука, 1994. 364 с.
- Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники: методические разработки для студентов биологических специальностей / А. А. Чистякова, Л. Б. Заугольнова, И. В. Полтинкина, И. С. Кутыина, Н. Н. Лащинский. Под ред. Смирновой О. В. Ч. I. М.: Прометей, 1989. 102 с.
- Елина Г. А. Позднеледниковье и голоцен Восточной Фенноскандии (палеораствительность и палеогеография). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 242 с.
- Касимов Д. В., Касимов В. Д. Некоторые подходы к оценке экосистемных функций (услуг) лесных насаждений в практике природопользования. М.: Мир науки, 2015. 91 с.
- Кутыина И. С. Биология и ценогическая роль граба и ильма в лесах СССР // Популяционная экология растений. Материалы конференции к 85-летию со дня рождения А. А. Уранова (27 января – 1 февраля 1986 г.). М.: Наука. 1987. С. 131–135.
- Литвинова А. А., Игнатьева М. Н., Коротеев Г. Д. Идентификация услуг, предоставляемых особо охраняемыми природными территориями // Успехи современного естествознания. 2016. № 6. С. 164–168.
- Определитель типов леса Европейской России. М., 2012. URL: http://www.cepl.rssi.ru/bio/forest/1_bor-nem.htm (дата обращения 28.08.2021)
- Писаренко А. И., Страхов В. В. О лесной политике России. М.: ИД «Юриспруденция», 2012. 600 с.
- Платонова Е. А., Лантратова А. С. Формирование растительного покрова окрестностей Петрозаводска // Лесоведение. 2009. № 5. С. 24–33.
- Положий А. В., Крапивкина Э. Д. Реликты третичных широколиственных лесов во флоре Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1985. 158 с.
- Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Геоботаника. 1950. Вып. 6. С. 77–204.
- Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция вре-

- мени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.
- Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Отв. ред. А. А. Уранов, Т. И. Серебрякова. М.: Наука, 1976. 217 с.
- Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Л. Б. Заугольнова, Л. А. Жукова, А. С. Комаров, О. В. Смирнова. М.: Наука, 1988. 184 с.
- Ценофонд лесов Европейской России. 2006. URL: http://cepl.rssi.ru/bio/flora/forestype2_picpin_syl_parv_herb.htm (дата обращения 28.08.2021)
- Чистякова А. А. Биологические особенности вегетативного возобновления основных пород в широколиственных лесах // Лесоведение. 1982. № 2. С. 11–17.
- Чистякова А. А. Большой жизненный цикл *Tilia cordata* Mill. // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 1979. Т. 84. Вып. 1. С. 85–98.
- Чистякова А. А. Большой жизненный цикл и фитоценотическая роль липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) в разных частях ареала: Дисс. ... канд. биол. наук. М.: МГПИ им. В. И. Ленина, 1978. 256 с.
- Яковлев Ф. С. Сообщества с широколиственно-лесными элементами на северной границе их ареала // Труды государственного заповедника «Кивач». Петрозаводск: Карелия, 1973. Вып. 2. С. 32–39.
- De Jaegere T., Hein S., Claessens H. A review of the characteristics of Small-Leaved lime (*Tilia cordata*) and their implications for the silviculture in a changing climate // Forests. 2016. Vol. 7. No. 3. DOI: 10.3390/f7030056
- Evstigneev O. I., Korotkov V. N. Ontogenetic stages of trees: an overview // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2016. Vol. 1 (2). P. 1–31. DOI: 10.21685/2500-0578-2016-2-1
- Pigott C. D. *Tilia cordata* Miller. Biological Flora of the British Isles // Journal of Ecology 1991. Vol. 79. P. 1147–1207.
- Pigott C. D., Huntley J. P. Factors controlling the distribution of *Tilia cordata* at the northern limits of its geographical range. 3. Nature and cause of seed sterility // New Phytologist, 1981. Vol. 87. P. 817–839.
- Smirnova O. V., Chistyakova A. A., Zaugolnova L. B., Evstigneev O. I., Popadiouk R. V., Romanovsky A. M. Ontogeny of a tree // Ботанический журнал. 1999. Т. 84. № 12. С. 8–20.

REFERENCES

Braslavskaya T. Yu., Sostoyanie populyatsij lipy (*Tilia cordata* Mill.) i vya-za (*Ulmus laevis* Pall.) v starovozrastnykh lesakh zapovednika «Bol'shaya Kokshaga» (Condition of linden (*Tilia*

- cordata* Mill.) and elm (*Ulmus laevis* Pall.) population in old-growth floodplain forests of the “Bolshaya Kokshaga” reserve), *Lesotekhnicheskij zhurnal*, 2014, No. 2, pp. 17–30.
- Cenopopuljicii rastenij (oчерki populjacionnoj biologii)* (Coenopopulations of plants (population biology essays)). Moscow: Nauka, 1988, 184 p.
- Cenopopuljicii rastenij (osnovnye ponjatiya i struktura)* (Coenopopulations of plants (basic concepts and structure)). Moscow: Nauka, 1976, 217 p.
- Chistyakova A. A., *Bol'shoj zhiznennyj tsikl i fitocenoticheskaja rol' lipy serdcevidnoj (Tilia cordata Mill.) v raznykh chastjakh areala*. Dis. cand. biol. nauk (The great life cycle and phytocoenotic role of *Tilia cordata* Mill. in different parts of the natural habitat, Candidate's biol. sci. thesis), Moscow: MGPI im. V. I. Lenina, 1978, 256 p.
- Chistyakova A. A., *Biologicheskie osobennosti vegetativnogo vozobnovleniya osnovnykh porod v shirokolistvennykh lesakh* (Biological peculiarities of vegetative regeneration in main species of broad-leaved forests, *Lesovedenie*, 1982, No. 2, pp. 11–17.
- Chistyakova A. A., *Bol'shoj zhiznennyj tsikl Tilia cordata Mill.* (The great life cycle of *Tilia cordata* Mill.), *Byulleten' Moskovskogo obshhestva ispytatelej prirody. Otdel biologicheskij*, 1979, Vol. 84, Is. 1, pp. 85–98.
- De Jaegere T., Hein S., Claessens H., A review of the characteristics of Small-Leaved lime (*Tilia cordata*) and their implications for the silviculture in a changing climate, *Forests*, 2016, Vol. 7, No. 3, DOI: 10.3390/f7030056
- Diagnozy i kljuchi vozrastnykh sostojanij lesnykh rastenij. Derev'ja i kustarniki* (Diagnoses and keys of age-related states of forest plants. Trees and shrubs), Chistyakova A. A., Zaugol'nova L. B., Poltinkina I. V., Kutjina I. S., Laschinskii N. N. Moscow: Prometej, 1989, 102 p.
- Elina G. A., *Pozdnelednikov'e i golotsen Vostochnoj Fennoskandii* (Paleorastitel'nost' i paleogeografiya) (Late Glacial and Holocene of Eastern Fennoscandia (palaeovegetation and palaeogeography)), Petrozavodsk: KarSC RAS, 2000, 242 p.
- Evstigneev O. I., Korotkov V. N., Ontogenetic stages of trees: an overview, *Russian Journal of Ecosystem Ecology*, 2016, Vol. 1 (2), P. 1–31, DOI: 10.21685/2500-0578-2016-2-1
- Kasimov D. V., Kasimov V. D., *Nekotory'e podkhody k oczenke e'kosistemny'kh funkczij (uslug) lesny'kh nasazhdenij v praktike prirodopol'zovaniya* (Some approaches to assessing the ecosystem functions of forest plantations in the practice of nature management), Moscow: Mir nauki, 2015, 91 p.
- Kutjina I. S., *Biologiya i cenoticheskaya rol' graba i il'ma v lesah USSR* (Biolo-

- gy and coenotic role of hornbeam and elm in the forests of the Ukrainian SSR), *Populyacionnaya e`kologiya rastenij. Materialy konferencii k 85-letiyu so dnya rozhdeniya A. A. Uranova* (Plant population ecology. Materials of the conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of A. A. Uranov), Moscow, January 27 – February 1, 1986, M.: Nauka, 1987, pp. 131–135.
- Litvinova A. A., Ignat'eva M. N., Koroteev G. D., *Identifikaciya uslug, predostavlyaemy`kh osobo okhrany-aemy`mi prirodny`mi territoriyami* (Identification of services provided by specially protected natural areas), *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2016, No. 6, pp. 164–168.
- Pigott C. D., Huntley J. P., Factors controlling the distribution of *Tilia cordata* at the northern limits of its geographical range. 3. Nature and cause of seed sterility, *New Phytologist*, 1981, Vol. 87, pp. 817–839.
- Pigott C. D., *Tilia cordata* Miller. Biological Flora of the British Isles, *Journal of Ecology*, 1991, Vol. 79, pp. 1147–1207.
- Pisarenko A. I., Strakhov V. V., *O lesnoj politike Rossii* (On Russia's forest policy), Moscow: Yurisprudenciya, 2012, 600 p.
- Platonova E. A., Lantratova A. S., *Formirovanie rastitel'nogo pokrova okrestnostej Petrozavodsk* (The history of nature exploitation and its influence on the vegetation cover of the Petrozavodsk surrounding areas), *Lesovedenie*, 2009, No. 5, pp. 24–33.
- Polozhij A. V., Krapivkina E. D., *Relikty tretichnykh shirokolistvennykh lesov vo flore Sibiri* (Relics of tertiary broad-leaf forests in siberian flora), Tomsk: Tomsk State University Publ., 1985, 156 p.
- Rabotnov T. A., *Zhiznennyi tsikl mnogoletnikh travyanistyx rastenii v lugovykh tsenozakh* (Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses), *Trudi BIN AN SSSR. Ser. 3. Geobotanika*. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1950, Vol. 6, pp. 7–204.
- Smirnova O. V., Chistyakova A. A., Zaigolnova L. B., Evstigneev O. I., Popadiouk R. V., Romanovsky A. M., *Ontogeny of a tree*, *Botanicheskij zhurnal*, 1999, Vol. 84, No. 12, pp. 8–20.
- Uranov A. A., *Vozrastnoy spektr phyto-coenopopulatsii kak funkcia vremeni i energeticheskikh volnovih processov* (Age spectrum of phytocenopopulations as a function of time and energy wave processes), *Biologicheskie nauki*, 1989, No. 11, pp. 7–34.
- Vasilevich V. I., Bibikova T. V., *Shirokolistvennye lesa severo-zapada Evropejskoj Rossii. II. Tipy lipovykh, klenovykh, yasenevykh i il'movykh lesov* (Nemoral forests in the North-West of European Russia. II. Types of lime, maple, ash and elm forests), *Botanicheskij zhurnal*, 2002, Vol. 87, No. 2, pp. 48–61.

- Vostochnoevropejskie shirokolistvennye lesa* (Eastern European broadleaf forests). Moscow: Nauka, 1994, 364 p.
- Yakovlev F. S., *Soobshhestva s shirokolistvenno-lesnymi ehlementami na severnoj granitse ikh areala* (Communities with broad-leaved forest elements at the northern border of their range), *Trudy gosudarstvennogo zapovednika "Kivach"*, Petrozavodsk: Karelia, 1973, Is. 2, pp. 32–39.
- Zhukova L. A. *Populatsionnaya zhizn' lugovih rastenii* (Population life of meadow plants), Yoshkar-Ola, Lanar, 1995, 224 p.
- www.cepl.rssi.ru/bio/flora/forestype2_picpin_syl_parv_herb.htm, (2021, 28 August).

STATE OF *TILIA CORDATA* MILL. AND *ULMUS GLABRA* HUDS. COENOPOPULATIONS IN THE FORESTS OF PETROZAVODSKY URBAN OKRUG

E. A. Platonova^{1*}, N. V. Afoshin², T. Yu. Djachkova¹

¹Petrozavodsk State University,
Lenina st., 33, Petrozavodsk, 185910, Russia

²Institute of Forest Karelian Research Center RAS,
Pushkinskaya st., 11, Petrozavodsk, 185000, Russia

*E-mail: meles@sampo.ru

Received 26 January 2021
Revised 15 November 2021
Accepted 18 November 2021

Relevance and purpose. Cenopopulations of deciduous tree species at the northern border of the range are of particular scientific interest as objects of biological diversity. The relevance of the work is associated with the need to organize monitoring of these rare objects in the forests of the Petrozavodsk Urban Okrug by cause of increasing anthropogenic pressure. Assessment of the state of valuable nature conservation objects has not only scientific, but also economic interest in the field of ecosystem services, taking into account those functions of natural ecosystems that ensure the quality of people's living standards.

Material and methods. During 2017–2018 a detailed study of the cenopopulations of *Tilia cordata* and *Ulmus glabra* was carried out on two model plots within the boundaries of the Petrozavodsk urban district. The area, abundance, ontogenetic structure of cenopopulations was determined using the standard technique of cenopopulation studies, taking into account the characteristics of specific species.

Results and conclusion. The studied cenopopulations are isolated and small (up to 23 hectares). They were forming during the secondary succession anthropogenic felling and fires more than 100 years old. According to the ontogenetic spectrum, cenopopulations are normal mature, have an ontogenetic spectrum with a maximum on immature individuals, thus, cenopopulations are characterized by a normal turnover of generations. Generative reproduction and large generative trees high 16–24 m up to 120 years old are rare for the northern regions.

Key words: *Coenopopulation*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, urban forest, border of natural range, population fragmentation

Рецензенты: д. б. н. Евстигнеев О. И., к. б. н. Горнов А. В.