

КИЩЕНКО Иван Тарасович

Петрозаводский государственный университет

адрес: 185640, Республика Карелия, г. Петрозаводск, просп. Ленина, д. 33; e-mail: botanika@psu.karelia.ru, ivanki@karelia.ru

РОСТ И РАЗВИТИЕ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ РОДА *TILIA* L. (TILIACEAE) В УСЛОВИЯХ КАРЕЛИИ¹

Исследования проводили в ботаническом саду Петрозаводского государственного университета, расположенном на северном берегу Петрозаводской губы Онежского озера (подзона средней тайги). В качестве объектов исследований выступали 2 вида рода *Tilia*: липа мелколистная *Tilia cordata* Mill. и липа амурская *Tilia amurensis* Rupr. Исследования установили, что рост побегов и листьев у изученных видов начинается в мае, причем у *Tilia cordata* на 3 сут раньше, чем у *Tilia amurensis*. У *Tilia amurensis* рост побегов прекращается (16.VII) на 11 сут раньше, а листьев (27.VI) на 19 сут позже, чем у *Tilia cordata*. Также обнаружили, что длина побегов у *Tilia cordata* (18.5 см) в 3 раза больше, а площадь листьев в 1.5 раза меньше (240 мм²), чем у *Tilia amurensis*. При этом максимальный суточный прирост побегов у *Tilia cordata* (19.6 мм) почти в 4 раза больше, чем у *Tilia amurensis*, а по листьям такие различия отсутствуют. Выявили положительную зависимость интенсивности прироста побегов и листьев от динамики температуры и солнечной радиации. Установили, что развитие вегетативной сферы у *Tilia cordata* протекает быстрее, чем у *Tilia amurensis*, что свидетельствует о ее большей адаптации к новым условиям района интродукции. Объясняется это тем, что для начала роста побегов и листьев *Tilia cordata* требуется гораздо меньшая сумма положительных температур, чем для *Tilia amurensis*. Прекращение же роста у этих видов связано с их фотопериодом, величина которого закреплена генетически. Проведенные исследования позволили установить, что наибольшая степень перспективности интродукции (71 балл) характерна для *Tilia cordata*, что позволяет рекомендовать ее для озеленительных работ в таежной зоне.

Ключевые слова: *Tilia cordata*, *Tilia amurensis*, интродуцированные виды в условиях Карелии.

Усиливающееся загрязнение окружающей среды все настоятельнее требует увеличения объема озеленительных работ. Большинство

аборигенных видов древесных растений таежной зоны России плохо переносят прогрессирующее загрязнение окружающей среды [1, 2].

¹Работа выполнена при финансовой поддержке Программы стратегического развития Петрозаводского государственного университета в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности.

© Кищенко И.Т., 2015

Между тем многие виды лиственных древесных растений, в т. ч. и рода *Tilia* (из других географических районов), устойчивы к загазованности и задымлению воздуха [3–7]. Растения рода дают ценное лекарственное сырье и имеют декоративное значение. В связи с этим интродукция их становится все более актуальной. Для того чтобы судить о перспективности тех или иных видов, необходима их всесторонняя оценка.

Один из важнейших показателей интродукции – степень соответствия ритмики роста и развития растения динамике экологических факторов [8, 9]. Именно сезонный ритм роста и развития является интегральным показателем, характеризующим адаптацию растений к условиям среды и соответствие последних биологии вида [2]. В отечественной литературе выяснению особенностей сезонного роста вегетативных органов лиственных древесных растений уделено сравнительно мало внимания [1, 9–13].

Цель исследования – установление особенностей роста и развития интродуцированных видов *Tilia* в условиях Карелии для оценки степени их адаптации к местному климату и перспективности для озеленительных работ. Подобные исследования на территории Карелии ранее не выполнялись.

Материалы и методы. Исследования проводили в ботаническом саду Петрозаводского государственного университета, расположенном на северном берегу Петрозаводской губы Онежского озера (подзона средней тайги). В качестве объектов исследований выступали 2 вида рода *Tilia*: липа мелколистная *Tilia cordata* Mill. (родина – Западная и Восточная Европа, Крым, Западная Сибирь) и липа амурская *Tilia amurensis* Rupr. (родина – Дальний Восток)².

Деревья высажены в возрасте 6...8 лет. Каждый вид представлен 5...10 особями. Возраст растений – 40 лет. Все деревья плодоносят.

С целью изучения роста побегов в 2014 году измеряли длину их стеблей второго поряд-

ка ветвления с южной части кроны на высоте 1...1.5 м с момента набухания почек до заложения зимующих почек, площадь листьев – с момента их обособления до полного прекращения роста через каждые 2-3 сут. Объем выборки по каждому объекту – 25 стеблей (далее просто побегов) и листьев. Величину суточного прироста определяли как разницу в длине изучаемых органов между последующим и предшествующим наблюдениями, деленную на число суток этого периода [15].

Фенологические наблюдения проводили в течение 16 лет в вегетационные периоды через каждые 3 сут, используя методические указания Е.Н. Булыгина [16]. Фиксировали время прохождения таких фенофаз, как набухание и распускание вегетативных и генеративных почек, начало и окончание роста побегов, обособление, распускание, завершение роста, расцветивание и опадение листьев, опробковение побегов, бутонизация, цветение, заложение, созревание и опадение зрелых плодов. Фенофаза считалась наступившей, если она отмечалась не менее чем у 30 % числа побегов всех особей исследуемого вида.

Перспективность интродукции оценивали интегральным методом, предложенным П.И. Лапиным и С.В. Сидневой [17].

Климатические данные были получены от Сулажгорской метеостанции (Карельская гидрометеобсерватория), расположенной в 3 км юго-западнее Ботанического сада.

При обработке экспериментального материала применяли методы, предложенные Г.Н. Зайцевым [18]. Для математической обработки данных использовали приложение «MS Excel» из пакета офисных программ компании Microsoft «MS Office». Математический анализ экспериментальных данных осуществляли в 4 этапа. В начале проводили статистический анализ с целью определения средней арифметической величины варьирующего признака, степени его варьирования и показателя точности. Затем, исходя из поставленных задач, оценивали досто-

²По С.К. Черепанову [14].

верность различия однородных признаков. Если распределение вариантов в вариационном ряду отвечало закону нормального распределения случайных величин, проводили корреляционный анализ. Результаты математических анализов оценивали по уровню значимости 5 %, используя для этого табличные значения соответствующего критерия достоверности. Из полученных элементарных статистик, в частности, следует, что показатель точности опыта составляет 4...7 %, а коэффициент вариации – 12...16 %.

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования позволили установить, что сроки начала роста побегов изучаемых видов *Tilia* не превышают 3 сут (18–21.V) (*табл. 1*). Рост побегов у *Tilia amurensis* (16.VII) прекращается на 11 сут раньше, чем у *Tilia cordata* (27.VII). Эти различия в сроках начала и окончания роста побегов, соответственно, отражаются на продолжительности их формирования. В зависимости от вида растения она варьирует от 48 до 62 сут (*табл. 2*).

Максимальный суточный прирост у изученных видов *Tilia* различается почти в 4 раза. Так, у *Tilia cordata* он составляет 19.6 мм, а у *Tilia amurensis* – всего 5.3 мм.

Обнаруженная изменчивость в продолжительности и интенсивности роста побегов обуславливает и соответствующее различие в величине их годового прироста. Из данных *табл. 2* следует, что длина побегов у *Tilia cordata* (18.5 см) в 3 раза превышает таковую у *Tilia amurensis* (6.3 см).

Проведенные исследования позволили установить, что сроки начала роста листьев (фенофаза «обособление листьев на побегах») изучаемых видов *Tilia* различаются лишь на 2 сут (24–26.V).

Сроки прекращения роста листьев у изучаемых видов различаются на 19 сут (у *Tilia cordata* – 8.VI, а у *Tilia amurensis* – 27.VI), поэтому продолжительность формирования листьев у *Tilia cordata* (16 сут) в 2 раза меньше, чем у *Tilia amurensis* (33 сут).

Установили, что максимальный прирост листьев у изучаемых видов наблюдается одно-

временно – в конце мая. Величина его у разных видов почти не различается, составляя 12.0...13.3 мм².

Значительные различия в продолжительности и интенсивности роста листьев обуславливают и соответствующие различия в величине их годового прироста. Из данных *табл. 2* следует, что наибольшая площадь листа (360 мм²) формируется у *Tilia amurensis*, что в 1.5 раза больше, чем у *Tilia cordata* (240 мм²).

Физиологические реакции растений, в т. ч. и ростовые, определяются состоянием среды и диапазоном толерантности вида к экологическим факторам. Следовательно, установив значения факторов среды в ключевые периоды роста, а также форму и силу связи между динамикой прироста и изменчивостью этих факторов, можно судить о степени их соответствия требованиям организма.

Результаты исследований показали, что рост побегов у изучаемых видов *Tilia* начинается при повышении среднесуточной температуры воздуха до +11.5...+12.5 °С. Обнаружили, что начало данной фенофазы мало зависит от температуры воздуха предшествующего периода. К этому времени сумма положительных температур возрастет до 121...137 °С.

Рост побегов прекращается при довольно высокой среднесуточной температуре воздуха +17.1...+21.1 °С. Сумма положительных температур при этом достигает 428...463 °С. Данные свидетельствуют о том, что сроки прекращения фенофазы у представителей рода *Tilia* не связаны с температурным режимом, а, скорее всего, обусловлены генотипом вида. Следовательно, в исследуемом регионе тепла вполне достаточно для завершения годового цикла развития вегетативных почек для всех изучаемых интродуцентов, что хорошо согласуется с ранее полученными выводами [13]. Кроме того, раннеосенние заморозки в районе исследования по среднемноголетним данным могут иметь место не раньше 8.IX, т. е. через 1.5 месяца после заложения вегетативных зимующих почек у исследуемых видов интродуцентов.

Таблица 1

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ВОЗДУХА В ПЕРИОД РОСТА ПОБЕГОВ (В ЧИСЛИТЕЛЕ) И ЛИСТЬЕВ (В ЗНАМЕНАТЕЛЕ)
У РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ *TILIA*

Вид	Начало роста			Кульминация прироста			Окончание роста		
	Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положительных температур, °С	Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положительных температур, °С	Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положительных температур, °С
<i>Tilia cordata</i>	18.V 24.V	11.5 12.9	121 145	23.V-1.VI 26.V-1.VI	14.2 12.9	301 308	27.VII 8.VI	21.1 13.0	463 358
<i>Tilia amurensis</i>	21.V 26.V	12.5 12.8	137 168	23.V-1.VI 29.V-1.VI	14.2 14.0	301 311	16.VII 27.VI	17.1 15.3	428 386

Таблица 2

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИРОСТА ПОБЕГОВ (мм) И ЛИСТЬЕВ (мм²)
У РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ *TILIA*

Вид	Максимальный суточный прирост		Годичный прирост	Продолжительность роста, сут
	по беги			
<i>Tilia cordata</i>	19.6 ± 0.9		185 ± 8	62 ± 3
<i>Tilia amurensis</i>	5.3 ± 0.3		63 ± 4	48 ± 2
	листья			
<i>Tilia cordata</i>	12.0 ± 0.5		240 ± 11	16 ± 1
<i>Tilia amurensis</i>	13.3 ± 0.6		360 ± 15	33 ± 2

Требовательность растения к температуре воздуха в период максимального прироста побегов у изучаемых видов не различается. Кульминация прироста побегов наступает уже при повышении среднесуточной температуры воздуха до +14.2 °С. Сумма положительных температур к этому времени достигает 301 °С.

Как показали исследования, рост листьев начинается при увеличении среднесуточной температуры воздуха до +12.8...+12.9 °С и суммы положительных температур до 145...168 °С.

Кульминация прироста листьев наблюдается при росте температуры воздуха до +14.2 °С, а суммы положительных температур – до 301 °С.

Проведение корреляционного анализа позволило установить характер и степень влияния некоторых экологических факторов на интенсивность формирования побегов и листьев. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что между интенсивностью роста побегов и температурой воздуха, как правило, прослеживается достоверная положительная слабая или средняя корреляция ($r = +0.61...+0.62$). Р.С. Кузнецова и Н.В. Костина [19] пришли к выводу, что наиболее существенное влияние на прирост побегов *Tilia cordata* оказывает температура июня.

Между динамикой суточного прироста побегов и изменчивостью относительной влажности воздуха также обычно имеется положительная слабая и чаще недостоверная корреляция ($r = +0.21...+0.29$).

Между динамикой прироста побегов изучаемых видов *Tilia* и выпадением атмосферных осадков корреляция не обнаружена. Между тем, по данным Р.С. Кузнецовой и Н.В. Костиной [19], на рост *Tilia cordata* осадки за май–июль оказывают заметное влияние.

Зависимость интенсивности роста побегов от солнечной радиации выражена довольно хорошо ($r = +0.34...+0.47$).

Данные корреляционного анализа свидетельствуют о том, что так же, как и в отношении побегов, обычно прослеживается положительная и довольно заметная зависимость интенсивности роста листьев от динамики

температуры воздуха и солнечной радиации ($r = +0.38...+0.40$). Достоверной корреляции между интенсивностью роста листьев и влажностью воздуха и атмосферных осадков не обнаружено.

Анализ результатов статистической обработки показал, что ошибка среднего многолетнего значения фенодат весьма незначительна и, как правило, не превышает 1–3 сут (табл. 3). Следует отметить, что ежегодная вариабельность составляет обычно 10...20 сут.

Проведенные исследования позволили установить, что ритмика сезонного развития изучаемых видов *Tilia* имеет свои специфические особенности. По среднемноголетним данным, у изученных видов набухание и распускание вегетативных почек происходит почти одновременно – соответственно 15.V и 19.V.

Линейный рост побегов у *Tilia cordata* начинается на 2 сут раньше (27.V), чем у *Tilia amurensis*. Рост побегов заканчивается у *Tilia amurensis* 16.VII, а у *Tilia cordata* – через 11 сут.

Опробковение оснований побегов у *Tilia cordata* начинается 1.VII, а у *Tilia amurensis* – спустя 13 сут. Опробковение побегов по всей длине также происходит быстрее у *Tilia cordata* (11.VIII), что на 8 сут раньше, чем у *Tilia amurensis*.

Обособление листьев у изученных видов начинается почти одновременно – 26–29.V. Рост листьев завершается у *Tilia cordata* уже 6.VI, а у *Tilia amurensis* – только 26.VI. В фазу расцветивания отмирающих листьев эти виды вступают почти одновременно – 4–6.IX.

Фазы развития плодов у *Tilia amurensis* начинаются раньше (30.VII), но заканчиваются позже (26.IX), чем у *Tilia cordata* (соответственно 9.VIII и 7.IX).

Авторы многочисленных исследований [8, 2] убедительно показали, что особенности развития различных видов растений обусловлены их неодинаковой требовательностью к экологическим факторам. Поэтому, определив диапазон толерантности основных фенофаз к экологическим факторам, можно судить о степени адаптации данного вида растений к условиям

Таблица 3

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ *TILIA*

Фенофаза	<i>Tilia cordata</i>			<i>Tilia amurensis</i>		
	<i>M</i>	<i>m_M</i>	<i>G</i>	<i>M</i>	<i>m_M</i>	<i>G</i>
Пч1	15.V	0.8	13.9	15.V	0.3	10.4
Пч2	19.V	0.8	2.5	19.V	0.3	6.7
Пб1	27.V	0.8	9.8	30.V	0.2	6.7
Пб2	27.VII	2.7	8.1	16.VII	0.5	10.6
О1	1.VII	1.8	3.5	13.VII	0.4	8.3
О2	11.VIII	2.2	6.6	19.VIII	0.6	10.5
Л1	29.V	0.7	11.2	26.V	0.3	8.4
Л2	6.VI	1.0	16.3	26.VI	0.7	20.3
Л3	4.IX	1.2	17.7	6.IX	0.5	12.8
Л4	18.IX	1.3	18.9	20.IX	0.8	20.4
Ц1	18.VI	4.8	43.2	4.VI	1.3	21.9
Ц2	13.VII	7.8	23.3	11.VI	1.0	18.8
Ц3	9.VII	2.4	16.8	27.VI	1.0	17.5
Ц4	25.VII	1.5	10.3	23.VII	0.6	8.6
Ц5	11.VIII	1.9	7.4	27.VII	1.7	24.2
Пл1	9.VIII	2.5	9.8	30.VII	1.3	18.9
Пл2	1.VIII	4.3	30.9	21.III	1.3	16.6
Пл3	25.VIII	3.2	6.4	19.IX	0.9	10.0
Пл4	7.IX	3.9	7.8	26.IX	2.5	14.7

Примечание: 1. Обозначения фенофаз: Пч1 – набухание почек; Пч2 – распускание почек; Пб1 и Пб2 – начало и окончание линейного роста побегов; О1 – частичное одревеснение побегов; О2 – побеги одревеснели полностью; Л1 – обособление листьев на побегах; Л2 – завершение роста и вызревание листьев; Л3 – расцветивание отмирающих листьев; Л4 – опадение листьев; Ц1 – набухание генеративных почек; Ц2 – разворачивание генеративных почек; Ц3 – бутонизация; Ц4 и Ц5 – начало и окончание цветения; Пл1 – завязывание плодов; Пл2 – плоды достигают зрелых размеров; Пл3 – созревание плодов; Пл4 – опадение зрелых плодов. 2. *M* – средняя фенодата; *m_M* – ошибка средней фенодаты, сут; *G* – среднеквадратическое отклонение фенодаты, сут.

местообитания. При анализе состояния среды во время начала фенофаз обнаружили очень сильную ежегодную вариабельность значений относительной влажности воздуха, атмосферных осадков и суммарной солнечной радиации, что свидетельствует о слабом влиянии этих факторов на развитие растений. Как показали исследования, температурный режим воздуха

в момент наступления очередной фенофазы за исследуемый период оставался стабильным, несколько отличаясь у разных видов растений.

При анализе состояния среды во время начала фенофаз обнаружено, что набухание и распускание вегетативных почек у изученных видов *Tilia* начинается при повышении среднесуточной температуры воздуха примерно

БИОЛОГИЯ

до одной величины – до +7.7...+7.9 и +11.4...+12.5 °С соответственно (табл. 4).

Различия в температурном режиме воздуха у изученных видов в период начала и прекращения линейного роста побегов также мало заметны. Эти фенофазы отмечаются соответственно при температуре +11.5...+12.5 и +17.1...+17.9 °С.

Одревеснение побегов у *Tilia cordata* начинается при температуре +11.6 °С, а у *Tilia amurensis* – при +16.0 °С. Одревеснение побегов у изученных видов заканчивается примерно при одинаковом температурном режиме (+15.3...+16.6 °С).

Обособление листьев на побегах у изученных видов начинается при температуре +12.8...+12.9 °С. Эта фенофаза у *Tilia cordata* завершается при более низкой (+13.0 °С) температуре, чем у *Tilia amurensis* (+15.3 °С). Расцветивание отмирающих листьев происходит при температуре +10.8...+10.9 °С. Опадение листьев у *Tilia cordata* наблюдается при снижении температуры до +9.2 °С, а у *Tilia amurensis* – до +7.4 °С.

Фазы набухания и разверзания генеративных почек, а также бутонизации, начала и окончания цветения у разных видов *Tilia* начинаются при почти одинаковом температурном

Таблица 4

СРЕДНЕМНОГОЛЕТНИЕ СУТОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВО ВРЕМЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ФЕНОФАЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ *TILIA*

Фенофаза	<i>Tilia cordata</i>				<i>Tilia amurensis</i>			
	Т	В	О	Р	Т	В	О	Р
Пч1	7.9	70	1.0	1038	7.7	64	0.5	971
Пч2	12.5	60	0.0	901	11.4	60	1.5	1212
Пб1	11.5	65	2.2	961	12.5	65	0.3	1213
Пб2	17.9	78	0.5	897	17.1	70	2.4	1379
О1	11.6	76	1.1	1014	16.0	74	3.5	1000
О2	16.6	79	0.1	1337	15.3	72	4.8	1303
Л1	12.9	62	0.7	1002	12.8	62	1.7	1223
Л2	13.0	73	1.1	893	15.3	76	0.7	1413
Л3	10.9	69	2.1	1037	10.8	86	0.7	1097
Л4	9.2	79	3.2	1026	7.4	82	1.7	250
Ц1	12.3	68	1.5	1263	12.7	67	1.5	1528
Ц2	13.2	76	15.1	881	13.8	67	1.6	1029
Ц3	14.9	74	1.0	1097	15.1	73	1.5	1145
Ц4	15.8	67	0.7	1077	16.3	75	0.6	1171
Ц5	14.7	75	1.3	1166	14.9	75	3.4	1029
Пл1	15.7	69	2.7	1225	17.0	74	3.8	1268
Пл2	17.0	74	2.0	816	12.4	73	3.9	876
Пл3	13.6	77	3.0	743	8.7	77	3.6	1029
Пл4	14.1	77	2.5	1357	9.9	72	3.8	878

Примечание: Т – температура воздуха, °С; В – относительная влажность воздуха, %; О – атмосферные осадки, мм; Р – солнечная радиация, кал/см².

режиме (около +12, 13, 14, 15 и 16 °С соответственно).

Завязывание плодов у *Tilia cordata* наблюдается при более прохладной погоде (+15.7 °С), чем у *Tilia amurensis* (+17.0 °С).

Плоды достигают зрелых размеров, созревают и опадают (по созреванию) у *Tilia cordata* при температуре соответственно +17.0, +13.6 и +14.1 °С, что на +4...+5 °С ниже, чем у *Tilia amurensis*.

Исследованиями установлено, что по всем показателям оценки интродукции различия между изученными видами весьма незначительны. В целом по всем показателям перспективность *Tilia cordata* по сравнению с *Tilia amurensis* существенно выше и достигает 71 балла против 50. Эти данные свидетельствуют о том, что перспективным видом из изученных в условиях Карелии можно считать только *Tilia cordata*. Для условий Сибири целым рядом исследователей также установлена довольно высокая степень перспективности *Tilia cordata*.

Выводы:

1. Рост побегов и листьев у изученных видов начинается в мае, причем у *Tilia cordata* на 3 сут раньше, чем у *Tilia amurensis*. У *Tilia amurensis* рост побегов прекращается (16.VII)

на 11 сут раньше, а листьев (27.VI) на 19 сут позже, чем у *Tilia cordata*.

3. Длина побегов у *Tilia cordata* (18.5 см) в 3 раза больше, а площадь листьев в 1.5 раза меньше (240 мм²), чем у *Tilia amurensis*.

4. Максимальный суточный прирост побегов у *Tilia cordata* (19.6 мм) почти в 4 раза больше, чем у *Tilia amurensis*, а по листьям такие различия отсутствуют.

5. Прослеживается положительная зависимость интенсивности прироста побегов и листьев от динамики температуры и солнечной радиации.

6. Развитие вегетативной сферы у *Tilia cordata* протекает быстрее, чем у *Tilia amurensis*, что свидетельствует о ее большей адаптации к новым условиям района интродукции. Объясняется это тем, что для начала роста побегов и листьев *Tilia cordata* требуется гораздо меньшая сумма положительных температур, чем для *Tilia amurensis*. Прекращение же роста у данных видов связано с их фотопериодом, величина которого закреплена генетически.

7. Наибольшая степень перспективности интродукции (71 балл) характерна для *Tilia cordata*, что позволяет рекомендовать ее для озеленительных работ в таежной зоне.

Список литературы

1. Мисник Г.Е. Сроки и характер цветения деревьев и кустарников. Киев, 1976. 215 с.
2. Логинов В.Б. К методике построения частных теорий интродукции // Теории и методы интродукции растений и зеленого строительства: материалы респ. конф. Киев, 1980. С. 58–60.
3. Буторова О.Ф., Шестак К.В. Фенология интродуцентов в дендрарии Сибирского государственного технологического университета // Лесн. журн. 2007. № 2. С. 48–53.
4. Вараксин Г.С., Кладько Ю.В. Особенности фенологического развития липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в различных экологических условиях города Красноярска // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. 2010. № 8. С. 73–77.
5. Султанова Р.Р., Ханов Д.А. Особенности роста липы мелколистной в условиях городской среды // Вестн. Башкир. гос. аграр. ун-та, 2010. № 1. С. 52–56.
6. Федорова А.А. Состояние липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях Северо-Запада России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2013. 20 с.
7. Сарсекова Д.Н. Фенологическое развитие интродуцированных лип в дендрарии АО «Лесной питомник» Алма-Атинской области. Алма-Ата, 2014. С. 16–19.
8. Лапин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР. 1967. Вып. 65. С. 12–18.

БИОЛОГИЯ

9. Колесниченко А.Н. Сезонные ритмы развития древесных интродуцентов // Охрана, изучение и обогащение растительного мира. Киев, 1985. С. 21–32.
10. Видякина А.А., Семенова М.В. Влияние загрязнения воздуха на состояние древесных растений г. Тюмень. Тюмень, 2007. 53 с.
11. Шутилов В.А. Интродукция видов рода клен в Камышинском дендрарии // Бюл. ВНИИ агролесомелиорации. 1990. № 2. С. 51–54.
12. Разумовский Ю.В. Влияние экологических факторов на рост и развитие *Tilia cordata* Mill. в парковых насаждениях (на примере г. Москвы): дис. ... канд. биол. наук. М., 1992. С. 85–175.
13. Кищенко И.Т. Рост и развитие аборигенных и интродуцированных видов семейства *Pinaceae* Lindl. в условиях Карелии. Петрозаводск, 2000. 211 с.
14. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 992 с.
15. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М., 1967. 95 с.
16. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л., 1979. 97 с.
17. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М., 1973. С. 7–68.
18. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984. 424 с.
19. Кузнецова Р.С., Костина Н.В. Оценка влияния климатических факторов на прирост липы // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2010. Т. 12, № 1(3). С. 730–733.

References

1. Misnik G.E. *Sroki i karakter tsveteniya derev'ev i kustarnikov* [The Timing and Nature of Flowering of Trees and Shrubs]. Kiev, 1976. 215 p.
2. Loginov V.B. К методике построения частных теорий интродукции [By the Construction Method of Subtheories of Introduction]. *Teorii i metody introduktsii rasteniy i zelenogo stroitel'stva: materialy resp. konf.* [Theories and Methods of Introduction of Plants and Sustainable Building: Proc. Rep. Conf.]. Kiev, 1980, pp. 58–60.
3. Butorova O.F., Shestak K.V. Fenologiya introdutsentov v dendrarii Sibirskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta [Phenology of Introduced Plants in the Arboretum of Siberian State Technological University]. *Lesnoy zhurnal*, 2007, no. 2, pp. 48–53.
4. Varaksin G.S., Klad'ko Yu.V. Osobennosti fenologicheskogo razvitiya lipy melkolistnoy (*Tilia cordata* Mill.) v razlichnykh ekologicheskikh usloviyakh goroda Krasnoyarska [Features of Phenological Development of Linden (*Tilia cordata* Mill.) in Different Environmental Conditions of Krasnoyarsk]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2010, no. 8, pp. 73–77.
5. Sultanova R.R., Khanov D.A. Osobennosti rosta lipy melkolistnoy v usloviyakh gorodskoy sredy [Features of Growth of Linden in the Urban Environment]. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2010, no. 1, pp. 52–56.
6. Fedorova A.A. *Sostoyanie lipy melkolistnoy (Tilia cordata Mill.) v usloviyakh Severo-Zapada Rossii*: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Status of Linden (*Tilia cordata* Mill.) in the North-West of Russia: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs.]. St. Petersburg, 2013. 20 p.
7. Sarsekova D.N. *Fenologicheskoe razvitie introdutsirovannykh lip v dendrarii AO "Lesnoy pitomnik" Alma-Atinskoy oblasti* [Phenological Development of Introduced Linden in the Arboretum of JSC "Forest Nursery" of Almaty Region]. Alma-Ata, 2014, pp. 16–19.
8. Lapin P.I. Sezonnnyy ritm razvitiya drevesnykh rasteniy i ego znachenie dlya introduktsii [The Seasonal Rhythm of Woody Plants and Its Significance for the Introduction]. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR*, 1967, vol. 65, pp. 12–18.
9. Kolesnichenko A.N. Sezonnnyy ritm razvitiya drevesnykh introdutsentov [Seasonal Development Rhythms of Introduced Woody Plants]. *Okhrana, izuchenie i obogashchenie rastitel'nogo mira* [Protection, Study and Enrichment of Flora]. Kiev, 1985, pp. 21–32.
10. Vidyakina A.A., Semenova M.V. *Vliyanie zagryazneniya vozdukha na sostoyanie drevesnykh rasteniy g. Tyumen'* [The Impact of Air Pollution on the State of Woody Plants in Tyumen]. Tyumen, 2007. 53 p.
11. Shutilov V.A. Introduktsiya vidov roda klen v Kamyshinskoy dendrarii [Introduction of Species of Maple in the Kamyshinsky Arboretum]. *Byulleten' VNIi agrolesomeliorsatsii*, 1990, no. 2, pp. 51–54.

12. Razumovskiy Yu.V. *Vliyanie ekologicheskikh faktorov na rost i razvitie Tilia cordata* Mill. v parkovykh nasazhdeniyakh (na primere g. Moskvy): dis. ... kand. biol. nauk [The Impact of Environmental Factors on the Growth and Development of *Tilia cordata* Mill. in Parkland (on the Example of Moscow)]. Moscow, 1992, pp. 85–175.

13. Kishchenko I.T. *Rost i razvitie aborigennykh i introdutsirovannykh vidov semeystva Pinaceae Lindl. v usloviyakh Karelii* [Growth and Development of Native and Introduced Species of the Family *Pinaceae* Lindl. in Karelia]. Petrozavodsk, 2000. 211 p.

14. Cherepanov S.K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR)* [Vascular Plants of Russia and Neighboring States (in the Former USSR)]. St. Petersburg, 1995. 992 p.

15. Molchanov A.A., Smirnov V.V. *Metodika izucheniya prirosta drevesnykh rasteniy* [Method for Studying the Growth of Woody Plants]. Moscow, 1967. 95 p.

16. Bulygin N.E. *Fenologicheskie nablyudeniya nad drevesnymi rasteniyami* [Phenological Observations of Woody Plants]. Leningrad, 1979. 97 p.

17. Lapin P.I., Sidneva S.V. *Otsenka perspektivnosti introduktsii drevesnykh rasteniy po dannym vizual'nykh nablyudeniy* [Estimation of Introduction Prospects of Woody Plants According to Visual Observations Data]. *Opyt introduktsii drevesnykh rasteniy* [Experience of Introduction of Woody Plants]. Moscow, 1973, pp. 7–68.

18. Zaytsev G.N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike* [Mathematical Statistics in Experimental Botany]. Moscow, 1984. 424 p.

19. Kuznetsova R.S., Kostina N.V. *Otsenka vliyaniya klimaticheskikh faktorov na prirost lipy* [Assessing the Impact of Climatic Factors on Growth of Linden]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2010, vol. 12, no. 1(3), pp. 730–733.

doi: 10.17238/issn2227-6572.2015.4.56

Kishchenko Ivan Tarasovich

Petrozavodsk State University

Lenin ave., 33, Petrozavodsk, 185640, Russian Federation;

e-mail: botanika@psu.karelia.ru, ivanki@karelia.ru

GROWTH AND DEVELOPMENT OF INTRODUCED SPECIES OF *TILIA* L. (TILIACEAE) IN KARELIA

The studies were conducted in the Botanical Garden of Petrozavodsk State University, located on the northern shore of Petrozavodsk Bay of the Lake Onega (in the middle taiga subzone). Two species of *Tilia* were considered as the objects of the research: *Tilia cordata* Mill. and Amur linden *Tilia amurensis* Rupr. The growth of shoots and leaves of the studied species begins in May, and of *Tilia cordata* 3 days earlier than of *Tilia amurensis*. The shoot growth of *Tilia amurensis* stops 11 days earlier, but the leaves growth stops 19 days later than of *Tilia cordata*. The length of shoots of *Tilia cordata* (18.5 cm) is 3 times longer, and the leaf area is 1.5 times smaller (240 mm²) than of *Tilia amurensis*. The maximum daily growth of shoots of *Tilia cordata* (19.6 mm) is almost 4 times higher than that of *Tilia amurensis*. As for the leaves these differences are absent. The positive dependence of intensity of shoot growth and leaves on the dynamics of temperature and solar radiation is revealed. The development of the vegetative phase of *Tilia cordata* is faster than that of *Tilia amurensis*, indicating its greater adaptation to the new conditions of the area of introduction. The reason is that *Tilia cordata* needs much lesser amount of positive temperatures to start the growth of shoots and leaves than *Tilia amurensis*. Stopping the growth of these species is due to their photoperiod, the value of which is fixed genetically. The highest degree of promising introductions (71 points) is specific for *Tilia cordata*. This fact allows us to recommend it for landscaping work in the taiga zone.

Keywords: *Tilia cordata*, *Tilia amurensis*, introduced species in Karelia.