

УДК 582.477.2:581.522.4

doi: 10.17238/issn2227-6572.2016.1.51

КИЩЕНКО Иван Тарасович

Петрозаводский государственный университет

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

КРАВЦОВА Алиса Денисовна

Петрозаводский государственный университет

адрес: 185640, г. Петрозаводск, просп. Ленина, д. 33; e-mail: alisa.kravtcova@gmail.com, botanika@psu.karelia.ru

СЕЗОННЫЙ РОСТ ПОБЕГОВ И ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИНТРОДУКЦИИ *THUJA OCCIDENTALIS* L. В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ КАРЕЛИИ¹

Многие виды семейства Cupressaceae F. M. Neger. хорошо переносят загрязнение среды поллютантами, поэтому их интродукция в городах является весьма актуальной. Целью исследования являлось изучение особенностей роста и развития растений *Thuja occidentalis* L., произрастающих в относительно чистых условиях среды (ботанический сад Петрозаводского государственного университета) и в урбанизированной среде (г. Петрозаводск) в подзоне средней тайги. В ходе исследований установлено, что время начала и окончания роста побегов растений *Thuja occidentalis* в условиях ботанического сада и города практически не различается. Поэтому и продолжительность формирования побегов растений и в чистой, и в урбанизированной среде одинакова – 69–70 сут. Длина сформировавшихся побегов растений, произрастающих в Ботаническом саду, оказалась на 10 % больше, чем в у растений в городе. Между тем все фенофазы начинаются и заканчиваются раньше у растений, произрастающих в относительно чистых условиях ботанического сада, чем у растений в неблагоприятных условиях города. Влажность воздуха и атмосферные осадки на росте побегов в городе сказываются заметнее, чем в ботаническом саду. Динамика солнечной радиации слабо отражается на росте побегов растений *T. occidentalis* в обеих изученных группах. По сравнению с ботаническим садом у растений в городе показатели зимостойкости и регулярности прироста побегов выше, а показатели способности к генеративному развитию и возможности размножения в культуре ниже. Общая оценка перспективности интродукции (67–76 баллов) позволяет отнести растения *T. occidentalis*, произрастающие и в чистых и в загрязненных условиях ко 2-му классу перспективности – «перспективные растения». Таким образом, *T. occidentalis* хорошо адаптирована к загрязненной среде, и, следовательно, должна широко использоваться для озеленения городов.

Ключевые слова: сезонный рост, развитие растений, средняя тайга, *Thuja occidentalis*, интродукция видов.

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

Изучению сезонного роста и развития растений, в т. ч. древесных видов, уделяется большое внимание как в России, так и за рубежом. Познание этих важнейших биологических процессов имеет решающее значение в теории и практике выращивания растений. При этом объектами исследований служат аборигенные и интродуцированные древесные растения.

Общеизвестно, что большинство аборигенных видов древесных растений таежной зоны России плохо переносит прогрессирующее загрязнение окружающей среды. Многие виды хвойных растений, в т. ч. и представители семейства Cupressaceae F. M. Neger. из других географических районов, устойчивы к загазованности и задымленности, отличаются долговечностью и весьма декоративны в течение всего года [1–6]. Кроме того, некоторые из них отличаются значительно большей продуктивностью, чем местные виды, и нередко способны к натурализации [7–9]. Повышение биологического разнообразия естественных и искусственных фитоценозов, по мнению многих исследователей [8, 10–13], возможно только через интродукцию древесных растений. Все это свидетельствует о необходимости интродукции хвойных видов и оценки их перспективности. Последняя может быть установлена лишь на основе всестороннего изучения адаптаций, происходящих у испытуемых растений в новых условиях [14, 15]. Главнейшими процессами, характеризующими состояние интродуцированных растений, являются особенности их роста и развития, которые определяются не только генотипом, но и динамикой экологических факторов [1, 2, 16, 17].

Вопросы, касающиеся роста и развития интродуцентов семейства Cupressaceae, исследованы далеко не полно и нуждаются в дальнейшем изучении. Характер и степень влияния экологических факторов на рост и развитие многих интродуцированных растений до сих пор не установлены.

Целью данной работы являлись выяснение особенностей роста и развития интродуцированного вида *Thuja occidentalis* под влиянием

основных климатических факторов и оценка его перспективности в условиях таежной зоны.

Материалы и методы. Исследования проводили в южной Карелии (средняя подзона тайги) с мая по октябрь 2012 года. Объект исследования – растения *Thuja occidentalis* L., растущие в ботаническом саду Петрозаводского государственного университета (относительно чистые условия среды) и в г. Петрозаводске (урбанизированная среда). Происхождение саженцев – ботанический сад Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург). Возраст растений – 12–17 лет.

Наблюдения за ростом побегов проводили по методике А.А. Молчанова и В.В. Смирнова [18]. При помощи линейки (с точностью до ± 1 мм) измеряли длину осевых побегов (ауксибластов второго порядка ветвления) в юго-западной части кроны на высоте около 2 м через каждые 2–3 сут с момента набухания почек до заложения зимующих почек. Объем выборки по каждому объекту исследований – 25 побегов (у 12 растений в каждой группе). Измеряли фиксированные побеги, отмеченные бирками с номерами. Величину суточного прироста определяли как разницу в длине побегов между последующим и предшествующим наблюдениями, деленную на число суток этого периода.

Фенологические наблюдения по методике Н.Е. Булыгина [19] проводили с 1999-го по 2013 год. В них кроме авторов принимали участие сотрудники ботанического сада Петрозаводского государственного университета.

Оценку перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений проводили по методике П.И. Лапина и С.В. Сидневой [20].

Статистический анализ обнаружил, что показатель точности опыта (отношение ошибки средней к самой средней арифметической, выраженное в процентах) при определении среднеарифметических величин прироста побегов и фенодат довольно высок (5–7 %). Статистическая достоверность различий между среднеарифметическими величинами оценивалась по критерию Стьюдента [21]. Для установления

степени влияния изучаемых факторов на интенсивность роста побегов проводили однофакторный дисперсионный анализ.

Для анализа климатических факторов использовали данные метеонаблюдений Сулажгорской метеостанции (Карельская гидрометеообсерватория), расположенной в 3 км к юго-западу от ботанического сада.

Результаты и обсуждение.

Сезонный рост побегов. Проведенные исследования позволили установить, что независимо от степени загрязнения среды рост побегов у растений *T. occidentalis* начинается почти одновременно – 25–26 мая (табл. 1). Между тем время кульминации прироста значительно различается в зависимости от места произрастания. Так, побеги растений в городе вступают

в эту фазу 31 мая, а побеги растений в ботаническом саду – на 6 суток позже.

Величина максимального прироста побегов растений *T. occidentalis* в ботаническом саду (4,3 мм) оказалась на 26 % больше, чем у растений в городе (табл. 2).

В процессе исследований выяснилось, что время окончания роста побегов *T. occidentalis*, так же как и его начала, в обеих изученных группах растений не различается и приходится на 3 августа. Совпадение сроков начала и окончания роста побегов свидетельствует об одинаковой продолжительности их формирования – 69–70 сут.

Установлено, что с ухудшением условий местопроизрастания величина годичного прироста побегов снижается. Так, данный показа-

Таблица 1

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ВОЗДУХА В ПЕРИОД РОСТА ПОБЕГОВ *THUJA OCCIDENTALIS*

Местообитание	Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положительных температур, °С
<i>Начало роста</i>			
Ботанический сад	26 мая	8,2	304
Город	25 мая	13,5	296
<i>Кульминация прироста</i>			
Ботанический сад	6 июня	9,9	378
Город	31 мая	11,5	352
<i>Окончание роста</i>			
Ботанический сад	3 августа	19,0	1006
Город	3 августа	19,0	1006

Таблица 2

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНОГО ПРИРОСТА ПОБЕГОВ *THUJA OCCIDENTALIS*

Местообитание	<i>n</i>	Средний максимальный суточный прирост и его ошибка, мм	Средний годичный прирост и его ошибка, мм	Средняя продолжительность роста и ее ошибка, сут
Ботанический сад	25	4,3±0,3	17±0,7	69±3
Город	25	3,4±0,1	15±0,6	70±3

Примечание: для всех показателей уровень значимости $p < 0,05$.

тель у растений *T. occidentalis* в ботаническом саду достигает 17 мм, а у растений в городе он на 10 % меньше. Это свидетельствуют о том, что различия в величине годичного прироста побегов *T. occidentalis* обуславливается интенсивностью, а не продолжительностью роста.

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

Начало роста побегов растений *T. occidentalis* при наиболее низкой среднесуточной температуре (+8,2 °С) отмечено в ботаническом саду. У растений *T. occidentalis* в городе температура воздуха к началу этой фазы достигает +13,5 °С. Известно, что на жизнедеятельность растений оказывает влияние не только текущее, но и предшествующее какому-либо процессу состояние среды. Одним из параметров, позволяющих охарактеризовать тепловой режим в период с момента перехода температуры воздуха через 0 °С до начала той или иной фенофазы, является сумма положительных температур. Как выяснилось, рост побегов в обеих группах начинался при достижении суммы положительных температур 296–304 °С.

Во время кульминации прироста растений температурный режим воздуха мало различался в ботаническом саду и в городе (+9...+11,5 °С), а сумма положительных температур достигала 352–378 °С.

Ко времени прекращения роста побегов растений в ботаническом саду и в городе среднесуточная температура воздуха снижается до +19 °С, а сумма положительных температур возрастает до 1006 °С.

Для выявления силы влияния факторов на интенсивность роста побегов проводили дисперсионный анализ. В результате было установлено, что ростовые реакции растений *T. occidentalis* на изменчивость факторов среды в определенной степени связаны с условиями

местопроизрастания (табл. 3). Так, сила влияния температуры воздуха на интенсивность роста побегов в ботаническом саду ($\eta^2 = 35\%$) несколько выше, чем в городе ($\eta^2 = 23\%$). В городских условиях всегда теплее (на 3–5 °С), чем на прилегающих территориях. Поэтому для растений (особенно интродуцированных из южных широт) в городе создается более благоприятный температурный режим. Водный режим в городе, наоборот, менее благоприятен для растений. Этому способствует повышенная сухость воздуха (из-за повышенной температуры) и снижение количества атмосферной влаги, просачивающейся в почву (вследствие перекрытия почвы асфальтом). Поэтому сила влияния влажности воздуха и атмосферных осадков на рост побегов в городе (46 и 13 % соответственно) больше, чем в ботаническом саду (5 и 7 %).

Таблица 3

**ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ПОБЕГОВ
*THUJA OCCIDENTALIS***

Фактор	Показатель силы влияния, %	
	ботанический сад (n = 25)	город (n = 25)
Температура воздуха	35	23
Влажность воздуха	5	46
Атмосферные осадки	7	13
Солнечная радиация	1	1

Примечание: уровень значимости $p > 0,05$.

Динамика солнечной радиации не отражается на росте побегов *T. occidentalis* в обеих изученных группах растений ($\eta^2 = 1\%$). Режим солнечной радиации и в ботаническом саду, и в городе для растений этого вида вполне благоприятен.

Сезонное развитие растений. Проведенные исследования показали, что ритмика сезонного развития растений *T. occidentalis* в определенной степени связана с условиями

местопроизрастания. Так, линейный рост побегов растений в ботаническом саду начинается на 2 сут раньше (18 мая), чем у растений в городе (здесь и далее приводятся усредненные данные за 15 лет). Эта фенофаза заканчивается одновременно у растений обеих групп – 1 августа. Процесс опробковения оснований побегов начинается у растений в городе 17 июля, а у растений ботанического сада – на 4 сут позднее. Опробковение побегов по всей длине у растений в саду заканчивается позже (3 августа) на 3 сут, чем у растений в городе.

Пыление растений *T. occidentalis* начинается в ботаническом саду 13 июня, на 2 сут раньше, чем в городе. В обеих группах продолжительность пыления одинакова – 4 сут.

Рост женских шишек в ботаническом саду начинается 27 июня, на 3 сут раньше, чем в городе. Достижение шишками максимальных размеров происходит в обеих группах одновременно – 11 июля. Созревание шишек в ботаническом саду заканчивается 10 сентября, на 2 сут раньше, чем в городе (12 сентября). Выпадение созревших семян в саду начинается на 6 сут раньше (30 сентября), чем в городе.

Приведенные выше данные показывают, что все фенофазы растений *T. occidentalis* в относительно чистых условиях ботанического сада начинаются и заканчиваются раньше по сравнению с условиями города.

Ранее исследования [1, 2, 16, 17] позволили установить, что особенности роста и развития растений определяются не только генотипом, но и динамикой экологических факторов. Наши результаты в отношении *T. occidentalis* полностью согласуются с этим выводом. Вместе с тем они свидетельствуют о том, что требовательность растений этого вида к факторам среды существенно изменяется в зависимости от степени загрязненности местопроизрастания. При этом степень влияния температуры воздуха на растения ботанического сада по сравнению с растениями города усиливается, а влажности воздуха и атмосферных осадков, наоборот, снижается.

Нами установлено, что фенофазы растений *T. occidentalis* в относительно чистых условиях ботанического сада начинаются и заканчиваются раньше по сравнению с неблагоприятными условиями города. Как показали проведенные ранее исследования [16, 22–25], интродуцированные растения, «рано начинающие» и «рано прекращающие» фенофазы, характеризуются более высокой адаптивностью. Следовательно, степень адаптации растений в ботаническом саду по сравнению с городом выше. По мнению Л.А. Смирновой [6], ухудшение жизненного состояния растений *T. occidentalis* в городских условиях связано со снижением содержания хлорофилла и увеличением стресс-индуцируемого синтеза пролина и фенольных соединений. Несмотря на это, как показали исследования Р.А. Иванова и Е.Ю. Матвиенко [26], *T. occidentalis* и в условиях урбанизированной среды проявляет высокую устойчивость, что позволяет данному виду хорошо адаптироваться к условиям города.

Оценка перспективности интродукции. Перспективность интродукции *T. occidentalis* в ботаническом саду и городе несколько различается.

Зимостойкость растений является главным показателем успешности интродукции древесных растений в зоне умеренного климата, где погодные условия зимы часто оказывают на интродуцированные растения весьма негативное влияние. Максимальная величина этого показателя – 25 баллов. В ботаническом саду зимостойкость растений составляет 15 баллов, а в городе – 20 баллов.

Степень ежегодного вызревания побегов – один из важнейших показателей успешности интродукции, который характеризует успешность перезимовки. Он определяется главным образом по степени одревеснения побегов, развития пробки, воскового налета, волосков и степени защищенности почек. Максимальная оценка равна 20 баллам. У растений обеих групп она составляет 15 баллов.

Сохранение габитуса характеризует способность растений в той или иной степени со-

хранять присущую их биологии форму роста, которая в основном определяется зимостойкостью. Максимальная оценка сохранения габитуса – 10 баллов – отмечена у растений обеих групп.

Побегообразовательная способность растений позволяет им сохранять форму роста, обеспечивая ее восстановление даже после сильного обмерзания кроны. Максимальная оценка побегообразовательной способности – 5 баллов – отмечена у растений обеих групп.

Регулярность прироста осевых побегов также оценивается максимум 5 баллами. Величина данного показателя у растений ботанического сада достигает 4 баллов, а в городе – 5 баллов.

Способность растений к генеративному развитию является очень важным для оценки интродукции показателем, т. к. отбор наиболее адаптированных особей, выросших из семян местной генерации, позволяет успешно проводить акклиматизацию растений. Максимально эта способность оценивается в 25 баллов. У растений ботанического сада она выражена хорошо (22 балла), а в городе намного хуже (10 баллов).

Возможность размножения растений в культуре семенами свидетельствует о высокой степени адаптации растений к природным условиям нового района, а значит, и о возможности использования для разведения. Максимальная оценка данного показателя – 10 баллов. У растений ботанического сада величина данного оценивается 5 баллами, а у растений города – всего 2 баллами.

Общая оценка перспективности растений складывается из оценок по всем предыдущим показателям, достигая максимум 100 баллов. Полученная общая оценка перспективности интродукта для растений *T. occidentalis*, произрастающих в ботаническом саду (76 баллов) и в городе (67 баллов), позволяет отнести их ко 2-му классу перспективности – «перспективные растения».

Заключение. Проведенные исследования показали, что сроки начала и окончания роста побегов растений *T. occidentalis* в ботаническом саду и в городе практически одинаковы. Поэтому и продолжительность роста побегов этих групп тоже одинакова, она составляет 69–70 сут. Годичный прирост побегов растений *T. occidentalis*, произрастающих в ботаническом саду, на 10 % больше, чем в городе. На линейный рост побегов *T. occidentalis* сильнее всего влияет температура воздуха.

Обнаружено, что почти все фенофазы начинаются и заканчиваются раньше у растений, произрастающих в чистых условиях, чем у растений в урбанизированной среде.

Степень влияния влажности воздуха и атмосферных осадков на рост побегов в урбанизированной среде (46 и 13 % соответственно) больше, чем в чистой среде (1 и 7 %). Динамика солнечной радиации не отражается на росте побегов растений *T. occidentalis* в обоих условиях местопроизрастания ($\eta^2 = 1$ %).

Получена общая оценка перспективности интродукта (67–76 баллов), которая позволяет отнести растения *T. occidentalis*, произрастающие и в ботаническом саду и в городе, ко 2-му классу перспективности.

Список литературы

1. Встовская Т.Н. Интродукция древесных растений Дальнего Востока и Западной Сибири. Новосибирск, 1983. 196 с.
2. Плотникова Л.С. Ареалы интродуцированных древесных растений флоры СССР. М., 1983. 256 с.
3. Сарбаева Е.В. Биоэкологические особенности туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в условиях городской среды: дис. ... канд. биол. наук. Йошкар-Ола, 2005. 180 с.
4. Проворченко А.В., Гавриш В.Ф., Проворченко О.А. Итоги интродукции видов и декоративных форм туи в предгорной зоне Краснодарского края // Субтропическое и декоративное садоводство. Т. 45. Сочи, 2011. С. 76–81.

5. Семкина Л.А. Характеристика растений подсемейства туевых в коллекционном фонде Ботанического сада УрО РАН // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. 2013. № 4(42). С. 222–224.
6. Смирнова Л.А. Изменение физиолого-морфологических параметров туи западной в условиях городской среды // Концепт. 2015. Т. 13. С. 4561–4565.
7. Калущий К.К., Болотов Н.А. Биоэкологические особенности лесной интродукции // Лесная интродукция. Воронеж, 1983. С. 4–14.
8. Мамаев С.А., Махиев А.К. Проблемы биологического разнообразия и его поддержания в лесных экосистемах // Лесоведение. 1996. № 5. С. 3–10.
9. Ботенков В.Н., Попова В.Е. Интродукция высокопродуктивных пород в Сибири // Лесн. хоз-во. 1997. № 5. С. 44.
10. Исаев А.С., Носова Л.М., Пузаченко Ю.Г. Биологическое разнообразие лесов России – предложения к программе действий // Лесоведение. 1997. № 2. С. 3–13.
11. Морякина В.А. Интродукционные фонды растений и их сохранение // Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации: тез. докл. междунар. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н.В. Цицина. М., 1998. С. 139–140.
12. Сикура И.И. Значение интродукции растений в деле сохранения биологического разнообразия видов различных природных флор // Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации: тез. докл. междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н.В. Цицина. М., 1998. С. 186–188.
13. Буданцев Л.Ю. Биологическое разнообразие растительного мира. Разные аспекты – одна задача // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: материалы 2-й междунар. науч. конф., Санкт-Петербург 20–23 апреля 1999 года. СПб., 1999. С. 12–14.
14. Ворошилов В.Н. Ритм развития растений. М., 1960. 312 с.
15. Базилевская Н.А. Теория и методы интродукции растений. М., 1964. 130 с.
16. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М., 1991. 214 с.
17. Шкутко Н.В. Хвойные Белоруссии. М., 1991. 263 с.
18. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М., 1967. 95 с.
19. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л., 1979. 97 с.
20. Лалин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М., 1973. С. 7–68.
21. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия. Петрозаводск, 2010. 104 с.
22. Термена Б.К., Выклюк М.И., Горук О.И. О сезонном развитии древесных растений в связи с их адаптационными возможностями // Бюлл. ГБС АН СССР. 1984. Вып. 130. С. 23–29.
23. Плотникова Л.С. Научные основы интродукции и охраны древесных растений флоры СССР. М., 1988. 263 с.
24. Булыгин Н.Е. Принципы выделения дендроритмотипов и их индикационное значение в интродукции древесных растений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: материалы 2-й междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 20–23 апреля 1999 года. СПб., 1999. С. 111–113.
25. Комарова В.Н., Фирсов Г.А. Выделение перспективных древесных интродуцентов по данным фенологических наблюдений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: материалы 2-й междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 20–23 апреля 1999 года. СПб., 1999. С. 182–185.
26. Иванов Р.А., Матвиенко Е.Ю. Туя западная в озеленении г. Новочеркасска // Успехи соврем. естествознания. 2014. № 8. С. 122.

References

1. Vstovskaya T.N. *Introduktsiya drevesnykh rasteniy Dal'nego Vostoka i Zapadnoy Sibiri* [Introduction of Woody Plants of the Far East and Western Siberia]. Novosibirsk, 1983. 196 p.
2. Plotnikova L.S. *Arealy introdutsirovannykh drevesnykh rasteniy flory SSSR* [Areas of Introduced Flora Woody Plants of the USSR]. Moscow, 1983. 256 p.

3. Sarbaeva E.V. *Bioekologicheskie osobennosti tui zapadnoy (Thuja occidentalis L.) v usloviyakh gorodskoy sredy*: dis. ... kand. biol. nauk [Bioecological Features of Western Arborvitae (*Thuja occidentalis* L.) in the Urban Environment: Cand. Biol. Sci. Diss.]. Yoshkar-Ola, 2005. 180 p.
4. Provorchenko A.V., Gavrish V.F., Provorchenko O.A. Itogi introduksii vidov i dekorativnykh form tui v predgornoy zone Krasnodarskogo kraya [The Results of the Introduction of Species and Ornamental Forms of Arborvitae in the Piedmont of Krasnodar Krai]. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo* [Subtropical and Ornamental Gardening]. Sochi, 2011, vol. 45, pp. 76–81.
5. Semkina L.A. Kharakteristika rasteniy podsemeystva tuevykh v kolleksiionnom fonde Botanicheskogo sada UrO RAN [Characteristics of the Arborvitae Subfamily in the Collection Fund of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia of Orenburg State Agrarian University], 2013, no. 4(42), pp. 222–224.
6. Smirnova L.A. Izmenenie fiziologo-morfologicheskikh parametrov tui zapadnoy v usloviyakh gorodskoy sredy [Changing the Physiological and Morphological Parameters of *Thuja occidentalis* in the Urban Environment]. *Kontsept*, 2015, vol. 13, pp. 4561–4565.
7. Kalutskiy K.K., Bolotov N.A. Bioekologicheskie osobennosti lesnoy introduksii [Bioecological Features of the Forest Introduction]. *Lesnaya introduksiya* [Forest Introduction]. Voronezh, 1983, pp. 4–14.
8. Mamaev S.A., Makhiev A.K. Problemy biologicheskogo raznoobraziya i ego podderzhaniya v lesnykh ekosistemakh [Problems of Biological Diversity and Its Maintaining in the Forest Ecosystems]. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 1996, no. 5, pp. 3–10.
9. Botenkov V.N., Popova V.E. Introduksiya vysokoproduktivnykh porod v Sibiri [The Introduction of Highly Productive Species in Siberia]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1997, no. 5, pp. 44.
10. Isaev A.S., Nosova L.M., Puzachenko Yu.G. Biologicheskoe raznoobrazie lesov Rossii – predlozheniya k programme deystviy [Biological Diversity of Russian Forests – the Programme of Action]. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 1997, no. 2, pp. 3–13.
11. Moryakina V.A. Introduktsionnye fondy rasteniy i ikh sokhraneniye [Introduction Funds of Plants and their Conservation]. *Problemy introduksii rasteniy i otdalennoy gibrizatsii: tez. dokl. Mezhdunar. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N.V. Tsitsina* [The Problems of Introduction and Distant Hybridization: Proc. Intern. Conf., Dedicated to the 100th Anniversary of the Birth of Academician N.V. Tsitsin]. Moscow, 1998, pp. 139–140.
12. Sikura I.I. Znachenie introduksii rasteniy v dele sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya vidov razlichnykh prirodnykh flor [The Value of Plant Introduction in the Conservation of Biological Diversity of Different Types of Natural Flora]. *Problemy introduksii rasteniy i otdalennoy gibrizatsii: tez. dokl. Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N.V. Tsitsina* [The Problems of Introduction and Distant Hybridization: Proc. Intern. Conf., Dedicated to the 100th Anniversary of the Birth of Academician N.V. Tsitsin]. Moscow, 1998, pp. 186–188.
13. Budantsev L.Yu. Biologicheskoe raznoobrazie rastitel'nogo mira, raznye aspekty – odna zadacha [Biological Diversity of Flora, Different Aspects – One Task]. *Biologicheskoe raznoobrazie. Introduksiya rasteniy: materialy 2-y Mezhdunar. nauch. konf. (20–23 aprelya 1999 g.)* [Biodiversity. Plant Introduction: Proc. 2nd Intern. Sci. Conf. (20–23 April, 1999)]. Saint Petersburg, 1999, pp. 12–14.
14. Voroshilov V.N. *Ritm razvitiya rasteniy* [The Rhythm of Plants Development]. Moscow, 1960. 312 p.
15. Bazilevskaya N.A. *Teoriya i metody introduksii rasteniy* [The Theory and Methods of Plant Introduction]. Moscow, 1964. 130 p.
16. Trulevich N.V. *Ekologo-fitotsenoticheskie osnovy introduksii rasteniy* [Ecological and Phytocoenotic Bases of Plant Introduction]. Moscow, 1991. 214 p.
17. Shkutko N.V. *Khvoynye Belorussii* [Coniferous of Belarus]. Moscow, 1991. 263 p.
18. Molchanov A.A., Smirnov V.V. *Metodika izucheniya prirosta drevesnykh rasteniy* [Methods of Studying of Woody Plants Growth]. Moscow, 1967. 95 p.
19. Bulygin N.E. *Fenologicheskie nablyudeniya nad drevesnymi rasteniyami* [Phenological Observations of Woody Plants]. Leningrad, 1979. 97 p.

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

21. Ivanter E.V., Korosov A.V. *Elementarnaya biometriya* [Elementary Biometrics]. Petrozavodsk, 2010. 104 p.

22. Termena B.K., Vyklyuk M.I., Goruk O.I. O sezonnom razvitiy drevesnykh rasteniy v svyazi s ikh adaptatsionnymi vozmozhnostyami [On the Seasonal Development of Woody Plants Due to Their Adaptive Capabilities]. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada Akademii nauk SSSR*, 1984, iss. 130, pp. 23–29.

23. Plotnikova L.S. *Nauchnye osnovy introduktsii i okhrany drevesnykh rasteniy flory SSSR* [The Scientific Basis of the Introduction and Protection of Woody Plants of the USSR Flora]. Moscow, 1988. 263 p.

24. Bulygin N.E. Printsipy vydeleniya dendroritmotipov i ikh indikatsionnoe znachenie v introduktsii drevesnykh rasteniy [The Allocation Principles of Dendrological Rhythm Types and Their Indicator Significance in the Introduction of Woody Plants]. *Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiya rasteniy: materialy 2-y Mezhdunar. nauch. konf. (20–23 aprelya 1999 g.)* [Biodiversity. Plant Introduction: Proc. 2nd Intern. Sci. Conf. (20–23 April, 1999)]. Saint Petersburg, 1999, pp. 111–113.

25. Komarova V.N., Firsov G.A. Vydelenie perspektivnykh drevesnykh introdutsentov po dannym fenologicheskikh nablyudeniy [Isolation of Promising Exotic Species of Wood According to the Phenological Observations]. *Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiya rasteniy: materialy 2-y Mezhdunar. nauch. konf. (20–23 aprelya 1999 g.)* [Biodiversity. Plant Introduction: Proc. 2nd Intern. Sci. Conf. (20–23 April, 1999)]. Saint Petersburg, 1999, pp. 182–185.

26. Ivanov R.A., Matvienko E.Yu. Tuya zapadnaya v ozelenenii g. Novochoerkasska [*Thuja occidentalis* in Landscaping of Novochoerkassk]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2014, no. 8, p. 122.

doi: 10.17238/issn2227-6572.2016.1.51

Kishchenko Ivan Tarasovich

Petrozavodsk State University
Lenin ave, 33, Petrozavodsk, 185640, Russian Federation;
e-mail: ivanki@karelia.ru, botanika@psu.karelia.ru

Kravtsova Alisa Denisovna

Petrozavodsk State University
Lenin ave, 33, Petrozavodsk, 185640, Russian Federation;
e-mail: alisa.kravtcova@gmail.com, botanika@psu.karelia.ru

SEASONAL SHOOT GROWTH AND THE PROSPECTS OF THE *THUJA OCCIDENTALIS* L. INTRODUCTION IN THE SOUTHERN TAIGA OF KARELIA

Many species of the family Cupressaceae F. M. Neger. tolerate well the environmental pollution. Therefore, their introduction into the cities is very important. The aim of the study was to investigate the characteristics of growth and development of plants *Thuja occidentalis* L., growing in relatively clean environments (Botanical garden of Petrozavodsk State University) and in the urban environment (Petrozavodsk) (middle taiga subzone). The starting and the end time of growth of *Thuja occidentalis* plant shoots in the Botanical garden and in the city practically have no difference. Therefore, the duration of formation of plant shoots in clean and urban environment remains the same – 69–70 days. The length of the mature plant shoots growing in the Botanical garden was of 10 % higher than of the plants in the city. Meanwhile, all phenophases begin and end earlier in the plants growing in a relatively clean environment of the Botanical garden than in the plants in polluted urban environments. Air humidity and

precipitation affect more on the growth of shoots in the city than in the Botanical garden. The dynamics of the solar radiation is weakly reflected in the growth of the plant shoots of *T. occidentalis* in both studied groups. The plants in the city have the higher indicators of winter hardiness and the regularity of growth of shoots than the plants in the Botanical garden. But the capacity for generative development and the propagation of plants in the city are reduced. Estimation of prospects of plants introduction (67–76 points) allows us to range *T. occidentalis*, growing in clean and contaminated conditions in the 2 perspective class – “deserving plants”. Thus, *T. occidentalis* is well adapted to the contaminated environment, and must be widely used for urban greening.

Keywords: *seasonal growth, plant development, middle taiga, Thuja occidentalis, introduction of species.*