

УДК 630\*181.28(571.53)

## СЕЗОННЫЕ РИТМЫ РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДА БРАТСКА

Аношкина Л.В.

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», Братск, e-mail: [anoshkina.br@mail.ru](mailto:anoshkina.br@mail.ru)

В работе рассмотрены вопросы использования интродуцентов в озеленении северных городов на примере г. Братска. Дана природно-климатическая характеристика района исследования. Наблюдения за сезонными ритмами развития растений проводились в 2016–2018 гг. на территории дендрария университета, а также в городских посадках. В качестве объектов исследования рассмотрены древесные растения, распределенные на четыре флористические группы: европейскую, дальневосточную, североамериканскую и сибирскую. Всего обследовано 120 деревьев и кустарников 24 видов. У растений фиксировались сезонные ритмы развития: разverzание вегетативных почек, появление зеленого конуса листьев, начало и окончание цветения, начало осенней окраски листьев, массовый листопад. Определен период вегетации и период цветения растений. Прослежена зависимость прохождения различных фенологических фаз, а также периода вегетации от температурного фактора, года исследования. Рассчитан коэффициент корреляции между суммой эффективных температур и сроками наступления фенофаз. В зависимости от сроков начала и завершения периода вегетации виды древесных растений распределены на группы: I – виды рано начинающие и рано оканчивающие вегетацию; II – рано начинающие и поздно оканчивающие; III – поздно начинающие и рано оканчивающие; IV – поздно начинающие и поздно оканчивающие вегетацию. Растения, относящиеся к I и II группам, считаются зимостойкими. Большинство исследуемых растений – 62% от общего числа рассматриваемых видов относятся к первой и второй группам. В первую группу входят преимущественно дальневосточные виды. В заключении предложены рекомендации по использованию ассортимента интродуцентов для озеленения городских территорий.

**Ключевые слова:** интродуценты, флористические группы, фенология, период вегетации, зимостойкость

## SEASONAL RHYTHMS OF THE DEVELOPMENT OF WOOD INTRODUCED SPECIES USED IN THE GREENING OF THE CITY BRATSK

Anoshkina L.V.

*Bratsk State University, Bratsk, e-mail: [anoshkina.br@mail.ru](mailto:anoshkina.br@mail.ru)*

The paper discusses the use of introduced species in landscaping northern cities on the example of the city of Bratsk. The climatic characteristics of the study area are given. Observations of the seasonal rhythms of plant development were carried out in 2016–2018 at the territory of the university arboretum, as well as in urban plantings. As the objects of research, woody plants divided into four floristic groups are considered: European, Far Eastern, North American and Siberian. Total 120 trees and shrubs of 24 species were surveyed. The plants recorded seasonal rhythms of development were fixed: the opening of vegetative buds, the appearance of green leaf cone, the beginning and the end of flowering, the beginning of autumn leaf coloring, and mass leaf fall. The dependence of various phenological phases, as well as the vegetation period on the temperature factor, the year of study, is traced. The correlation coefficient between the sum of effective temperatures and the onset of phenophases is calculated. Depending on the dates of the beginning and the end of the growing season, the species of woody plants are divided into groups: I – species that early start and early end the growing season; II – species that early start and late end the growing season; III – species that late start and early end the growing season; IV – species that late start and late end the growing season. Plants belonging to groups I and II are considered winter-hardy. Most of the plants in study, 62% of the total number of species, belong to the first and second groups. The first group includes mainly Far Eastern species. In conclusion, recommendations on the use of a range of introduced plants for landscaping urban areas are proposed.

**Keywords:** introduced species, floristic groups, phenology, vegetation period, winter hardiness

При формировании комфортной среды современного города ведущая роль принадлежит средствам озеленения. Особенно актуальной эта проблема является для северных городов с суровыми климатическими условиями, где отрицательные температуры воздуха удерживаются на протяжении полугода и более. Кроме того, большинство городов Восточной Сибири представляют собой промышленные центры с неблагоприятной экологической обстановкой. Создание оптимального ландшафтного пространства северных городов

играет важную социальную и защитную роль. Для организации ландшафтного пространства, выполняющего средозащитные и эстетические функции, необходимо подобрать устойчивый ассортимент насаждений с использованием инорайонных видов, способных оздоровить среду обитания и длительно сохранять декоративность [1]. При выборе ассортимента древесных растений, адаптированных для конкретного района произрастания, необходимо учитывать особенности их сезонного развития [2–5].

Российскими исследователями накоплен большой опыт использования интродуцентов в озеленении городов с суровыми климатическими условиями. На Европейском Севере можно отметить работы ученых Северного (Арктического) федерального университета (Н.А. Бабич, Г.И. Травникова, О.С. Залывская, 2008) [1, 4], Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина (О.Б. Гонтарь, В.К. Жиров, Л.А. Казаков, Е.А. Святковская, Н.Н. Тростенюк, 2010) [6]. Большой вклад по введению в культуру интродуцентов для озеленения городов Сибири внесли ученые Центрального Сибирского ботанического сада РАН г. Новосибирск (И.Ю. Коропчинский, Т.Н. Встовская, Т.И. Киселева, А.Б. Горбунов, А.В. Караулов, Н.П. Лаптев, М.А. Томошевич, 2011, 2017) [2, 7]. Также представляют интерес исследования ученых Сибирского государственного университета им. ак. Решетнева, г. Красноярск (Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, 2009) [3].

Целью настоящих исследований является изучение сезонных ритмов развития дендроинтродуцентов, а также некоторых видов местных древесных растений, используемых в озеленении г. Братска.

#### Материалы и методы исследования

Город Братск является одним из крупнейших центров промышленности Восточной Сибири, он расположен на Средне-сибирском плоскогорье на широте 56°07' с.ш. Климат региона резко континентальный, характеризующийся большими колебаниями годовой и суточной температур. По многолетним наблюдениям среднегодовая температура воздуха составляет минус 1,6 °С. Сумма активных температур – 1500–1620 °С. Лето сравнительно короткое (98 дней). При этом наиболее благоприятный период с температурой воздуха выше 15 °С длится около двух месяцев (с третьей декады июня по середину августа). В конце сентября средняя суточная температура переходит через 5 °С в сторону понижения. В середине октября начинается устойчивое промерзание грунта. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 114 дней, средняя продолжительность вегетационного периода – 136 дней [8].

Видовой состав насаждений, расположенных в селитебной зоне города, довольно беден. Основу его составляют посадки тополя бальзамического (более 50% от всего количества насаждений), присутствуют аборигенные виды, а также в незначительном

количестве интродуценты, адаптированные к местным условиям (менее 5%). Основная масса дендроинтродуцентов произрастает на территории дендрария Братского государственного университета (БрГУ). В настоящее время насчитывается более 300 экземпляров 39 видов.

Исследования проводились в 2016–2018 гг. на территории дендрария БрГУ, а также в городских посадках. Исследуемые виды древесных растений были распределены на флористические группы по ареалам их естественного произрастания. Были выделены европейская, дальневосточная, североамериканская и сибирская группы. Всего обследовано 120 деревьев и кустарников 24 видов. Наблюдения проводились по методике, рекомендованной для ботанических садов [9]. В течение вегетационного периода (с апреля по октябрь) фиксировались основные фенологические фазы развития растений: разverzание вегетативных почек Пб2, появление зеленого конуса листьев Л1, начало цветения Ц4, окончание цветения Ц5, начало осенней окраски листьев Л3, осенний листопад Л4. Определялся период вегетации растений (Пб2–Л4), а также период цветения (Ц4–Ц5). Статистическая обработка материалов исследований проводилась с помощью табличного процессора Excel по методике Г.Н. Зайцева с помощью перевода календарных дат в непрерывный числовой ряд.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Для проведения фенологических наблюдений были выделены 4 флористические группы по ареалам естественного происхождения растений. Европейскую группу представляют: дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* L.), миндаль низкий (*Amygdalus nana* L.), миндаль трехлопастной (*Amygdalus triloba* Lindl.), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.), чубушник венечный (*Philadelphus coronarius* L.). Дальневосточная флора представлена следующими видами: барбарис Тунберга (*Berberis thunbergii* DC), бархат амурский (*Phellodendron amurense* Rupr), груша уссурийская (*Pyrus ussuriensis* L.), дуб монгольский (*Mongolica Fisch. Ex Ledeb*), клен Гиннала (*Acer ginnala* Maxim), орех манчжурский (*Juglans mandshurica* L.), черемуха Маака (*Padus maackii* Rupr.). Североамериканские виды: лох серебристый (*Elaeagnus commatata* Bernh), пузы-

реплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim), тополь белый *Populus alba* L., смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh), снежнаягодник белый (*Symphoricarpos albus* (L.) Blake). Сибирские виды: дерен белый (*Svida alba* L.), кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schlecht), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia ssp. sibirica* Hedl), рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* L.), яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh). Результаты наблюдений представлены в табл. 1.

Продолжительность фенологических фаз зависит от метеорологических факторов и года исследования. Начало вегетации большинства видов деревьев и кустарников приходится на середину мая при достижении суммы эффективных температур выше  $+5^{\circ}\text{C}$  –  $224\text{--}359^{\circ}\text{C}$ . За период наблюдений самая высокая среднесуточная температура воздуха на начало вегетации отмечена в 2017 г.: в третьей декаде апреля она составила  $+6,0^{\circ}\text{C}$ , в середине мая –  $+8,8^{\circ}\text{C}$ . Холоднее других начало вегетационного периода было в 2016 г. –  $+4,2^{\circ}\text{C}$  и  $+6,5^{\circ}\text{C}$  соответственно. Самые ранние сроки распускания почек (Пб2) отмечены 26 апреля 2017 г. у черемухи Маака, самые поздние – 28 мая 2016 г. у дуба черешчатого. Для сравнения: начало вегетации черемухи Маака в 2016 г. отмечено 15 мая, дуба черешчатого в 2017 г. – 24 мая.

Немного раньше других разворачивание вегетативных почек наступает у сибирских видов, в среднем – 12 мая  $\pm 4,9$  дня, затем у представителей североамериканской флоры –  $13,05 \pm 5,0$ , у дальневосточных видов –  $14,05 \pm 4,7$ . Последними в вегетационный период вступают европейские виды древесных растений – 16 мая  $\pm 4$  дня. Наименьшей изменчивостью в данной фенофазе в пределах вида обладает миндаль низкий, наибольшей – дуб черешчатый и клен Гиннала. Минимальный промежуток времени между развертыванием почек (Пб2) и появлением зеленого конуса листьев (Л1) отмечен у североамериканского вида – пузыреплодника калинолистного – 2 дня, максимальный – также у представителя североамериканской флоры – смородины золотистой – 12 дней. Наибольшая изменчивость наблюдается у европейского вида – дуба черешчатого. Для установления связи между сезонными ритмами развития растений и температурным фактором был определен коэффициент корреляции. На начало каждой фенологической фазы вычислена сумма эффективных температур. Сильная связь прослеживается

между сроками развертывания вегетативных почек Пб2 и суммой эффективных температур (коэффициент корреляции  $R = 0,89\text{--}0,95$ ). В меньшей степени температурный фактор влияет на период наступления фенофазы Л1 –  $R$  варьирует от 0,62 до 0,79.

Сроки и продолжительность цветения в большей степени зависят от биологических особенностей вида. У раннецветущего, ветроопыляемого вида (тополь белый) прослеживается прямая статистическая зависимость между началом цветения и температурой воздуха  $R = 0,92$ . У видов, которые зацветают после распускания листьев (яблоня ягодная, груша уссурийская, черемуха Маака), статистическая зависимость средняя –  $R = 0,63\text{--}0,54$ . У растений, зацветающих после массового облиствения (миндаль низкий, миндаль трехлопастной, сирень обыкновенная, чубушник вечнозеленый, смородина золотистая, снежнаягодник, кизильник блестящий), коэффициент корреляции составляет  $0,50\text{--}0,36$ . Слабая зависимость отмечается у поздноцветущего вида (липы мелколистная),  $R = 0,12$ . Сроки цветения по годам различаются у растений, зацветающих до распускания почек и сразу после распускания листьев. Разница составляет 5–20 дней. У деревьев и кустарников, зацветающих в более поздние сроки, такие различия прослеживаются слабо.

Между осенними феноритмами растений (Л3, Л4) и температурным фактором отмечена слабая связь  $R = 0,12\text{--}0,35$ . На процесс осеннего окрашивания листьев в большей степени влияют интенсивность и продолжительность инсоляции и биологические особенности вида. Так, например, с третьей декады августа до середины сентября 2016 г. наблюдалось 16 солнечных дней, в 2017 г. за аналогичный период всего 5 дней, в 2018 – 8 дней. Самые ранние сроки окрашивания листьев отмечены у липы мелколистная – 2 сентября, а также у барбариса Тунберга и черемухи Маака – 5 сентября 2017 г. Осеннюю окраску листьев (Л3) раньше других приобретают дальневосточные виды – в среднем 13 сентября  $\pm 3,7$  дней, затем североамериканские –  $14,09 \pm 4,4$ , представители сибирской флоры –  $15,09 \pm 5,26$  и, наконец, европейские виды –  $16,09 \pm 3,7$ . Наибольшей вариабельностью отличаются аборигенные виды древесных растений. Раньше других заканчивают вегетацию североамериканские виды интродуцентов. Позже остальных – представители дендрофлоры Европы. Наступление массового листопада по годам различается незначительно.

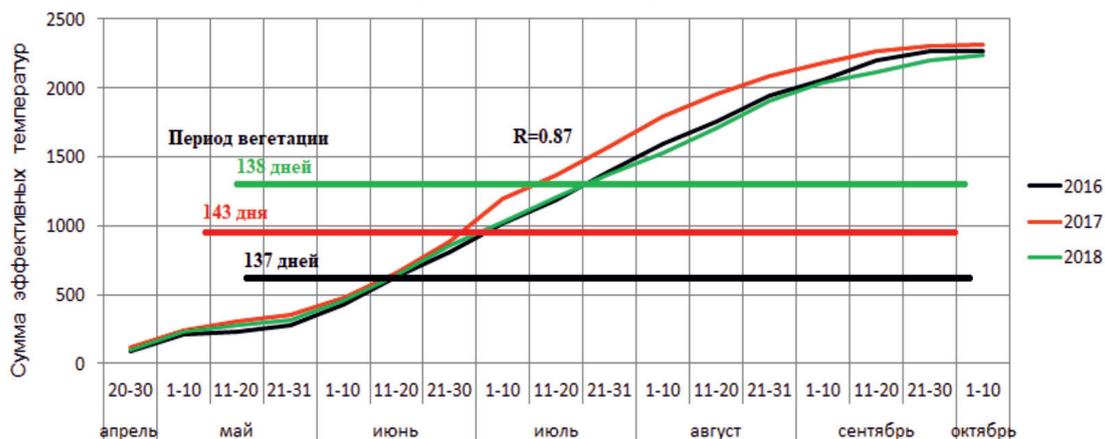
Таблица 1  
Результаты фенологических наблюдений

Название вида	П62		Даты наступления фенологических фаз (средние значения ±σ)				П62-Л4
	П62	Л1	Ц4	Ц5	Л3	Л4	
Европейские виды							
Дуб черешчатый	26,05 ± 7,5	30,05 ± 7,3	–	–	20,09 ± 5,6	04,10 ± 3,0	132 ± 7,5
Клен остролистный	17,05 ± 3,1	20,05 ± 2,1	01,06 ± 1,2	5,06 ± 1,8	10,09 ± 2,5	28,09 ± 3,0	135 ± 1,6
Липа мелколиственная	15,05 ± 3,9	25,05 ± 4,1	12,07 ± 2,6	19,07 ± 3,8	09,09 ± 7,1	02,10 ± 4,5	139 ± 5,3
Миндаль низкий	17,05 ± 1,1	20,05 ± 1,2	14,06 ± 2,8	21,06 ± 1,9	25,09 ± 1,4	14,10 ± 1,5	151 ± 2,5
Миндаль трехлопастный	16,05 ± 2,4	20,05 ± 2,6	17,06 ± 3,2	25,06 ± 3,5	24,09 ± 2,2	10,10 ± 1,9	146 ± 2,8
Сирень обыкновенная	07,05 ± 3,5	16,05 ± 4,2	10,06 ± 6,4	28,06 ± 5,9	11,09 ± 4,3	28,09 ± 3,8	148 ± 3,7
Чубушник венечный	11,05 ± 6,5	20,05 ± 4,3	19,06 ± 2,6	03,07 ± 3,2	11,09 ± 3,1	16,09 ± 2,1	131 ± 3,6
Дальневосточные виды							
Барбарис Гунберга	10,05 ± 2,8	15,05 ± 1,9	24,06 ± 2,5	05,07 ± 2,8	08,09 ± 3,4	19,09 ± 2,3	132 ± 2,8
Бархат амурский	22,05 ± 2,2	30,05 ± 1,6	–	–	18,09 ± 2,8	25,09 ± 3,2	129 ± 2,7
Груша усурьская	12,05 ± 6,3	20,05 ± 4,8	21,05 ± 5,4	27,05 ± 5,7	11,09 ± 4,3	24,09 ± 2,5	138 ± 4,5
Дуб монгольский	13,05 ± 5,2	21,05 ± 4,6	–	–	19,09 ± 5,5	03,10 ± 6,2	144 ± 5,7
Клен Гиннала	14,05 ± 7,5	20,05 ± 5,3	–	–	13,09 ± 2,2	05,10 ± 2,9	145 ± 5,0
Орех манчжурский	08,05 ± 3,2	17,05 ± 2,5	–	–	15,09 ± 2,6	24,09 ± 1,3	139 ± 2,3
Черемуха Маака	09,05 ± 5,8	17,05 ± 2,2	24,05 ± 2,6	01,06 ± 3,5	06,09 ± 1,4	23,09 ± 2,6	137 ± 4,2
Североамериканские виды							
Лох серебристый	09,05 ± 4,9	18,05 ± 1,8	–	–	16,09 ± 3,2	24,09 ± 3,5	138 ± 4,2
Пузыреплодный калинолистный	18,05 ± 4,4	20,05 ± 2,2	20,05 ± 3,5	27,05 ± 3,8	08,09 ± 2,2	23,09 ± 3,5	128 ± 4,0
Тополь белый	15,05 ± 4,6	21,05 ± 4,1	20,05 ± 5,2	25,05 ± 4,9	10,09 ± 3,8	21,09 ± 4,7	128 ± 4,7
Смородина золотистая	07,05 ± 5,7	19,05 ± 5,2	25,06 ± 6,5	11,07 ± 7,3	19,09 ± 5,4	01,10 ± 3,2	149 ± 4,4
Снежноягодник белый	14,05 ± 5,4	21,05 ± 3,8	14,06 ± 6,6	21,06 ± 5,7	17,09 ± 7,6	28,09 ± 5,5	138 ± 5,5
Сибирские виды							
Дерен белый	11,05 ± 4,8	17,05 ± 3,2	–	–	19,09 ± 4,4	28,09 ± 3,6	141 ± 4,2
Кизильник блестящий	12,05 ± 4,5	15,05 ± 3,7	17,06 ± 5,6	03,07 ± 7,3	18,09 ± 5,6	30,09 ± 4,2	142 ± 4,4
Рябина обыкновенная	11,05 ± 5,3	19,05 ± 4,8	27,05 ± 4,6	02,06 ± 5,5	13,09 ± 5,3	25,09 ± 3,9	138 ± 5,1
Рябинник рябинолистный	10,05 ± 4,8	17,05 ± 4,5	12,06 ± 7,8	5,07 ± 8,2	18,09 ± 5,2	29,09 ± 5,6	143 ± 5,2
Яблоня ягодная	18,05 ± 5,4	25,05 ± 4,6	27,05 ± 5,5	05,06 ± 6,9	08,09 ± 5,8	27,09 ± 5,8	133 ± 5,8

Средний период вегетации древесных растений за наблюдаемый период составил 139 дней, что соответствует данным многолетних наблюдений – 136 дней [8]. Сроки вегетации деревьев и кустарников в пределах флористических групп по ареалам естественного произрастания различаются незначительно. Наиболее короткий период вегетации отмечен у североамериканских видов – 136 дней  $\pm$  4,6. У дальневосточных видов этот период составляет 138 дней  $\pm$  3,9, у представителей местной флоры – 140  $\pm$  4,9 и у европейских видов – 141  $\pm$  3,9. Прямая сильная статистическая зависимость выявлена между суммой эффективных температур и продолжительностью периода вегетации  $R = 0,87$  (рисунок).

В зависимости от сроков начала и завершения периода вегетации виды древесных

растений подразделяются на следующие группы: I – виды рано начинающие и рано оканчивающие вегетацию; II – рано начинающие и поздно оканчивающие; III – поздно начинающие и рано оканчивающие; IV – поздно начинающие и поздно оканчивающие вегетацию. Сезонные ритмы развития растений тесно связаны с их способностью выдерживать низкие отрицательные температуры воздуха зимой (зимостойкостью и морозоустойчивостью). Древесные растения, рано начинающие и рано завершающие ростовые процессы, считаются более морозоустойчивыми [10]. Исследуемые виды были разделены на группы (табл. 2). За ранний срок начала вегетации принята первая половина мая, за раннее окончание вегетации – наступление массового листопада до 28 сентября.



*Зависимость периода вегетации от температурного фактора*

**Таблица 2**  
Распределение видов растений на фенологические группы (по Лапину)

Группа	Европейские виды	Дальневосточные виды	Североамериканские виды	Сибирские виды
I	Чубушник венечный	Барбарис Тунберга, орех манчжурский, черемуха Маака, груша уссурийская	Лох серебристый	Рябина обыкновенная
II	Сирень обыкновенная, липа мелколистная	Дуб монгольский	Смородина золотистая, снежно-годовалник белый	Дерен белый, кизильник блестящий, Рябинник рябинолистный
III		Бархат амурский, клен Гиннала	Пузыреплодник калинолистный Тополь белый	Яблоня ягодная
IV	Дуб черешчатый, клен остролистный, миндаль низкий, миндаль трехлопастной			

Большинство исследуемых растений – 62% от общего числа рассматриваемых видов – относятся к первой и второй группам. Эти растения считаются зимостойкими. В первую группу входят преимущественно дальневосточные виды – 57%. Ранее нами проводились исследования, подтверждающие морозоустойчивость некоторых видов интродуцентов: груши уссурийской, черемухи Маака, липы мелколистной. По результатам исследований морозоустойчивости тополя белого было установлено, что у него происходит значительное обмерзание концов однолетних побегов [11]. К четвертой группе (растения поздно начинающие и поздно заканчивающие вегетацию) относятся только интродуценты европейского происхождения.

### Заклучение

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– сроки вегетации интродуцентов значительно отличаются от сроков вегетации аборигенных видов (в среднем расхождение составляет 2 дня);

– от температурного фактора в большей степени зависят весенние фазы вегетации (Пб2, Л1), между продолжительностью периода вегетации и суммой эффективных температур прослеживается сильная корреляционная связь;

– большинство исследуемых древесных растений (62%) относятся к I и II фенологическим группам, рано начинающим вегетацию, соответственно, более подготовленным к суровым сибирским морозам;

– наиболее зимостойкими являются интродуценты дальневосточного происхождения (72% из них входят в I и II группы).

Таким образом, наиболее перспективными для озеленения г. Братска можно считать следующие виды древесных инорайонных растений: чубушник вечнозеленый, барбарис Тунберга, орех манчжурский, черемуху Маака, грушу уссурийскую, лох серебристый, сирень обыкновенную, липу мелколистную, дуб монгольский, смородину золотистую, снежноягодник белый, а также местные виды: рябину обыкновенную, дерен белый, кизильник блестящий, рябинник рябинолистный. Все они являются зимостойкими, кроме того, обладают декоративными качествами, что немаловажно при ограниченном ассортименте используемых в городском озеленении древесных растений. Древесные растения, относящиеся к III группе, также могут использоваться в озеленении городских территорий, так как данный опыт уже

имеется. Менее морозоустойчивые растения, составляющие IV группу, произрастающие только на территории дендрария, рекомендуется укрывать в зимнее время.

### Список литературы / References

1. Бабич Н.А., Карбасникова Е.Б., Долинская И.С. Интродуценты и экстразональные виды в антропогенной среде: монография. Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2012. 184 с.

Babich N.A., Karbasnikova E.B., Dolinskaya I.S. Introduced species and extrazonal to a look in the anthropogenic environment: monograph. Sev. (Arktich.) feder. un-t im. M.V. Lomonosova. Arkhangelsk: IPCz SAFU, 2012. 184 p. (in Russian).

2. Коропочинский И.Ю., Встовская Т.Н., Томошевич М.А. Очередные задачи интродукции древесных растений в Азиатской России // Сибирский экологический журнал. 2011. № 2. С. 147–170.

Koropochinsky I.Yu., Vstovskaya T.N., Tomoshevich M.A. Immediate tasks of introduction of woody plants in Asian Russia // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. 2011. № 2. P. 147–170 (in Russian).

3. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Интродукция деревьев и кустарников в условиях юга Средней Сибири. Красноярск: СибГТУ, 2010. 128 с.

Matveyeva R.N., Butorova O.F. Introduction of trees and bushes in the conditions of the South of Middle Siberia. Krasnoyarsk: SibGTU, 2010. 128 p. (in Russian).

4. Залывская О.С. Сезонное развитие дендофлоры в северных урбаносистемах // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 4. С. 60–65.

Zalyvskaya O.S. Phenology of Dendroflora in the Northern Urban Systems // Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki. 2011. № 4. P. 60–65 (in Russian).

5. Strimbeck G.R., Schaberg P.G., Fosdall G., Wolfgang P., Schröde T., Kjellsen D. Extreme low temperature tolerance in woody plants // Frontiers in Plant Science. 2015. V. 6. article 884. P. 1–15. DOI: 10.3389/fpls.2015.00884.

6. Гонтарь О.Б., Жиров В.К., Казаков Л.А., Святковская Е.А., Тростенюк Н.Н. Зеленое строительство в городах Мурманской области. Апатиты: КНЦ РАН, 2010. 224 с.

Gontar O.B., Zhiron V.K., Kazakov L.A., Svyatkovskaya E.A., Trostenyuk N.N. Green construction in the cities of the Murmansk region. Apatity: KNCz RAN, 2010. 244 p. (in Russian).

7. Встовская Т.Н., Коропочинский И.Ю., Киселева Т.И., Горбунов А.Б., Каракулов А.В., Лаптева Н.П. Интродукция древесных растений в Сибири. РАН, Сибирское отд. ЦСБС. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2017. 716 с.

Vstovskaya T.N., Koropachinsky I.Yu., Kiseleva T.I., Gorbunov A.B., Karakulov A.V., Lapteva N.P. The introduction of woody plants in Siberia. RAN, Sibirskoe otd. CzSBS. Novosibirsk: Akademicheskoe izd-vo «Geo», 2017. 716 p. (in Russian).

8. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99\*. М., 2012.

9. Александрова М.С., Бульгин Н.Е. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюллетень ГБС АН СССР. 1979. № 13. С. 3–8.

Alexandrova M.S., Bulygin N.E. Metodika of phenological observations in botanical gardens of the USSR // Byulleten' GBS AN SSR. 1979. № 13. P. 3–8 (in Russian).

10. Лапин П.И., Калущкий К.К., Калущкая О.Н. Интродукция лесных пород. М.: Лесная промышленность, 1979. 224 с.

Lapin P.I., Kalutsky K.K., Kalutsky O.N. Introdoktion of forest breeds. M.: Lesnaya promy'shennost', 1979. 224 p. (in Russian).

11. Рунова Е.М., Аношкина Л.В., Золотухина Г.И. Зимостойкость груши уссурийской в условиях резко континентального климата Восточной Сибири // Успехи современного естествознания. 2016. № 11. С. 60–64.

Runova E.M., Anoshkina L.V., Zolotukhina G.I. In Winter-Hardy Pear Ussuriisk Harsh Continental Climate of Eastern Siberia // Advances in current natural sciences. 2016. № 11. P. 60–64 (in Russian).