

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИНТРОДУЦЕНТОВ РОДА ACER L. В ДЕНДРАРИИ СИБГТУ

Дана комплексная оценка состояния растений рода *Acer* L. в коллекции дендрария СибГТУ. Полученные данные свидетельствуют об успешной адаптации видов *Acer mono Maxim.*, *Acer ginnala Maxim.* и *Acer tataricum L.* Растения имеют параметры в пределах биологической нормы, отличаются полноценным генеративным развитием, вполне зимостойки и устойчивы в условиях интродукции. Большая часть биотипов *Acer platanoides L.* характеризуется слабой адаптацией.

**Ключевые слова:** интродукция, дендрарий, степень адаптации, зимостойкость, фенология.

K.V. Shestak

## THE STATE ASSESSMENT OF GENUS ACER L. EXOTIC SPECIES IN THE SibSTU ARBORETUM

The comprehensive assessment of the genus *Acer* L. plant state in the collection of SibSTU arboretum is given. The obtained data testify to the successful adaptation of the species *Acer mono Maxim.*, *Acer ginnala Maxim.* and *Acer tataricum L.* The plants have parameters within biological norms, differ by full generative development, quite winter-hardy and resistant under introduction conditions. A large part of *Acer platanoides L.* biotypes is characterized by weak adaptation.

**Key words:** introduction, arboretum, adaptation degree, winter hardiness, phenology.

**Введение.** В условиях интродукции на растения оказывает воздействие целый ряд факторов, определяющих темпы роста и развития организмов. Приспособительная реакция интродуцентов к среде обитания основана на генетически закрепленной специфической биоэкологии и диапазоне адаптационных возможностей вида. На определенном этапе онтогенеза происходят различные физиологические и морфологические изменения растительного организма, с помощью которых достигается оптимальный уровень соответствия растений комплексу внешней среды. Для обоснованной оценки целесообразности массовой интродукции растений, прогнозирования уровня адаптированности видов за пределами естественного ареала и перспективности их использования на практике необходима достоверная информация об успешности адаптации интродуцентов в конкретных условиях на разных возрастных этапах развития.

Коллекция интродуцентов дендрария СибГТУ, заложенного в пригороде Красноярска в 1948 г., насчитывает в настоящее время около 200 видов растений из Европы, Северной Америки, Китая, Японии, Дальнего Востока [6]. Среди наиболее перспективных для озеленения древесных интродуцентов виды рода *Acer* L. отличаются быстротой роста, неприхотливостью, повышенной устойчивостью к задымлению и загазованности воздуха, засухоустойчивостью, зимостойкостью, высокой декоративностью и способностью выделять фитонциды [2].

**Цель исследования.** Оценка темпов роста и развития интродуцентов рода *Acer* в условиях дендрария СибГТУ.

**Объекты исследования.** Объектом исследований послужили биогруппы четырех видов кленов, произрастающих в разных отделениях дендрария.

*Acer ginnala Maxim.* – клен Гиннала (приречный). Дерево высотой до 6 м или высокий кустарник. Естественно произрастает в широколиственных лесах Дальнего Востока, растет зарослями или отдельными группами по берегам рек и речек на песчано-каменистой почве. Распространен также и в горных долинах, где селится лишь на открытых местах, в кустарные же заросли на склонах и в лесах не заходит. Требователен к влажности почвы, морозостоек, исключительно устойчив к неблагоприятным условиям городской среды, хорошо переносит стрижку. Очень декоративен благодаря изящным мелким глубоко-лопастным листьям, приобретающим в осенний период красивые малиново-красные тона, а также розовым плодам-крылаткам. В зеленом строительстве может применяться для живых изгородей и бордюров с регулярной низкой стрижкой, в солитерах и групповых посадках.

*Acer mono Maxim.* – клен мелколистный. Дерево высотой до 25 м. Ареал естественного распространения – Дальний Восток, Китай, Корея. Теневынослив, зимостоек, газоустойчив, долговечен, декоративен бла-

годаря густой низкоопущенной кроне с овально-длинноостроконечными листьями, окрашивающимися осенью в красно-бурые тона. В озеленении рекомендуется в аллеиные, групповые и одиночные посадки.

*Acer platanoides* L. – клен остролистный. Дерево до 30 м высотой с густой, широкой кроной и темной буровато-серой корой. Распространен в смешанных и широколиственных лесах европейской части РФ и Кавказа, обычно в качестве примеси, редко в значительном количестве. В горах поднимается до субальпийского пояса. Теневынослив, требователен к плодородию почвы. Декоративен крупными (до 20 см в диаметре) пальчато-лопастными листьями, может применяться в солитерах и групповых разреженных посадках [2, 6].

*Acer tataricum* L. – клен татарский (черноклен). Дерево до 12 м или высокий кустарник с гладкой темно-серой или почти черной корой и красноватыми или коричневатыми побегами, в молодости пушистыми. Естественно распространен в лесостепной, степной зонах европейской части РФ и на Кавказе. Растет в подлеске и по опушкам одиночными деревьями или небольшими группами, в лесах по склонам балок и оврагов, по высоким берегам и в поймах рек, на приречных террасах и по склонам гор в зарослях кустарников. Морозостоек, засухоустойчив, нетребователен к почвам, солеустойчив, устойчив к промышленным выбросам. Декоративность обусловлена малиново-красным цветом растущих крылаток и окраской осенней листвы от светло-желтой до темно красной. В городском озеленении применим во всех типах посадок на различных группах территорий [2, 6].

Возраст биогрупп изучаемых видов варьирует от 45 до 50 лет. Семена видов *Acer mono* и *Acer ginnala* были получены по делектусу Хабаровской лесосеменной станции, семенной материал *Acer platanoides* и *Acer tataricum* – вторичная интродукция коллекции Главного ботанического сада [5].

**Методы исследования.** Реакция интродуцентов на перенос в новые условия может быть различной, характерной для определенных видов. Эта реакция сказывается на особенностях ростовых процессов и сезонном развитии растений, например на сроках вегетации, наличии и периодичности цветения и плодоношения. Перспективность интродуцированных видов оценивается по целому ряду признаков, позволяющих судить о степени их адаптации к новым условиям среды. Наиболее существенными из них являются: состояние растений после перезимовки, интенсивность роста, успешность и качество репродукции.

Для оценки состояния растений, естественный ареал которых находится далеко за пределами Сибирского региона, применялась модифицированная к местным условиям методика Н.А. Кохно [4]. Аклиматизационное число определялось как интегрированный числовой показатель по формуле

$$A = P \cdot B_1 + Gr \cdot B_2 + Zm \cdot B_3,$$

где P – оценка роста;

Gr – оценка генеративного развития;

Zm – оценка зимостойкости;

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> – коэффициенты весомости признаков при B<sub>1</sub>=2, B<sub>2</sub>=5, B<sub>3</sub>=13 [5].

Согласно методике исследований, оценку роста интродуцентов проводили сравнением морфометрических признаков, определенных путем подеревной таксации основных биометрических показателей растений (высоты, диаметра ствола, кроны) в дендрарии СибГТУ, с таксационными характеристиками на данном возрастном этапе в природном ареале [2, 7]. Характер генеративного развития устанавливался с применением глазомерно-статистического метода оценки интенсивности цветения и плодоношения с одновременным учетом естественного и возможности искусственного возобновления растений семенным и вегетативным способами. Зимостойкость оценивалась в начале вегетации путем учета степени повреждения интродуцентов морозами, резкими сменами температур и другими неблагоприятными факторами зимнего периода. Наблюдения проводили ежегодно в течение 15 лет. Комплексную оценку адаптивной способности видов осуществляли по следующей шкале: 100–80 баллов – адаптация полная; 79–60 – хорошая; 59–40 – удовлетворительная; 39–20 – слабая; менее 20 баллов – адаптация очень слабая.

Фенологическое развитие, определяющее степень соответствия ритмов жизни интродуцентов климату нового места роста, изучалось согласно общепринятым методикам. Распускание (развержение) вегетативных почек, характеризующее начало внепочечного роста листьев, у кленов фиксируется при появлении из-под почечных чешуй концов зеленых предлистьев – листовидных образований, переходных от чешуй к настоящим листьям срединной формации. Появление (обособление) листьев отмечается у кленов в момент обособления листьев целиком, а не отдельных листочков листа, т. е. в период, когда на черешке сложного

листа обособятся и развернутся все листочки. Осеннее окрашивание листьев является индикатором завершения древесными растениями вегетации и перехода их в состояние «покоя». Начало листопада устанавливается по появлению под кронами первых опавших листьев. Распускание генеративных почек фиксируется по появлению из-под разошедшихся внутренних почечных чешуй верхушек зачаточных соцветий, одиночных цветков. Признаком начала цветения является полное раскрытие венчика. Окончание цветения фиксируется при наличии следующих характеристик: лепестки завяли, начали усыхать или венчик полностью опал; чашелистики опали или сохраняются в цветке, но усохли. При оценке созревания плодов ориентируются на морфологические признаки, и прежде всего на цвет крылаток. Общими признаками зрелости у кленов считается опробкование плодов и побурение не только крылаток, но и околоплодников. За начало вегетации принимали фазу распускания вегетативных почек, за окончание – фазу массового листопада [1, 3].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате проведенных исследований установлено, что большая часть изучаемых экземпляров *Acer ginnala* в биогруппах дендрария СибГТУ характеризуется менее интенсивным, чем в естественных условиях, но относительно хорошим ростом. Эти растения на данном этапе онтогенеза достигли более половины типичной возрастной высоты (табл. 1).

Таблица 1

## Биометрические показатели изучаемых видов

Вид	Высота ствола, м		Диаметр ствола, см		Диаметр кроны, м	
	$(\bar{x} \pm m)$	V, %	$(\bar{x} \pm m)$	V, %	$(\bar{x} \pm m)$	V, %
<i>Acer ginnala</i>	4,9 $\pm$ 0,27	31,4	7,6 $\pm$ 0,39	29,6	3,9 $\pm$ 0,15	24,7
<i>Acer mono</i>	8,7 $\pm$ 0,43	26,2	9,2 $\pm$ 0,30	36,0	4,8 $\pm$ 0,19	21,4
<i>Acer platanoides</i>	6,4 $\pm$ 0,29	48,1	7,6 $\pm$ 0,38	56,4	3,0 $\pm$ 0,21	50,7
<i>Acer tataricum</i>	7,3 $\pm$ 0,34	34,7	8,0 $\pm$ 0,45	24,3	4,6 $\pm$ 0,31	36,5

Оценка генеративного развития показала, что растения *Acer ginnala* в условиях интродукции плодоносят регулярно, но менее обильно, чем в природном ареале. Естественное возобновление единично. После перезимовки в кронах большинства растений наблюдается обмерзание до половины длины годовых побегов. У части экземпляров имеются повреждения от половины до всей длины прироста последнего года вегетации.

Растения *Acer mono* имеют лучшие показатели среди изучаемых видов. Характер роста большинства биотипов оценивается в 5 баллов: размерные характеристики в дендрарии СибГТУ соответствуют средним значениям, свойственным для данного вида в условиях природного ареала. Плодоношение деревьев регулярное и обильное, отмечено естественное возобновление самосевом. Изучение состояния растений после перезимовки показало, что в данных условиях они вполне зимостойки. В отдельные годы с особенно суровыми зимами у единичных экземпляров вида наблюдалось обмерзание половины длины годового прироста (балл зимостойкости 4).

Таблица 2

## Оценка успешности акклиматизации интродуцентов

Вид	Показатель, балл				Степень адаптации
	P	Гр	Зм	A	
<i>Acer ginnala</i>	4	4	4 (3)	80 (67)	Полная (хорошая)
<i>Acer mono</i>	5	5	5 (4)	100 (87)	Полная
<i>Acer platanoides</i>	2 (3)	1 (2,3)	2 (3)	35 (55, 60)	Слабая (удовлетворительная, хорошая)
<i>Acer tataricum</i>	5	4	4 (3)	82 (69)	Полная (хорошая)

Биотипы *Acer platanoides* среди всех видов кленов имеют худшие показатели. У большей части изучаемых растений в зимний период кроме однолетних побегов повреждаются более старые части кроны. Отдельные растения более устойчивы – у них обмерзает ежегодно от 50 до 100 % длины годовичного прироста; в суровые зимы на них также наблюдаются более значительные повреждения. Из-за ослабленного состояния после перезимовки, вызванного низкой зимостойкостью, большинство растений *Acer platanoides* обладают слабым ростом и значительно уступают по всем характеристикам одновозрастным растениям в естественном ареале. Часть растений изменила жизненную форму и развивается кустовидно. Единичные экземпляры характеризуются относительно умеренным ростом (балл 3): в возрасте 48 лет эти растения достигли меньше половины типичной высоты. Ежегодное обмерзание и отставание в росте вызывает снижение репродуктивной способности растений. Основная масса изучаемых растений вида в условиях дендрария не цветет; у части экземпляров, начиная с возраста 45 лет, впервые отмечалось цветение, но плодоношение отсутствовало; единичные биотипы в течение ряда последних лет формируют плоды и размножаются естественным вегетативным способом.

В биогруппах *Acer tataricum* все растения сохранили присущую им в природе жизненную форму и имеют характер роста, как в ареале. У большинства изучаемых экземпляров установлены незначительные повреждения (не более половины длины годовичных побегов) комплексом неблагоприятных факторов зимнего периода. В суровые зимы у части экземпляров наблюдалось обмерзание до 100 % длины годового прироста. Плодоношение вида в дендрарии регулярное, естественное возобновление единичное.

Таким образом, адаптация всех растений *Acer mono* в изучаемых биогруппах дендрария СибГТУ может считаться полной. Большинство экземпляров *Acer ginnala* и *Acer tataricum* в условиях интродукции адаптировалось полностью, часть растений этих видов находится в процессе адаптации и на данном этапе онтогенеза их состояние оценивается как хорошее. Большая часть биотипов *Acer platanoides* в коллекции дендрария характеризуется слабой адаптацией. У отдельных экземпляров вида адаптация удовлетворительная и хорошая.

Согласно данным многолетних фенонаблюдений, для изученных видов определена феногруппа. Все изученные виды относятся к феногруппе с ранними сроками начала и ранними сроками окончания вегетации (PP). В эту группу также входят автохтонные виды, фенологическое развитие которых оптимально соответствует данным условиям существования.

Анализ сроков сезонного развития видов за длительный период времени показывает значительное влияние на рост и развитие растений погодных условий периода вегетации, предшествующего зимнему периоду. Так, в отдельные годы, характеризующиеся ранним началом вегетации, быстрым распусканием почек, ранними сроками облиствения побегов, созревания семян и листопада по сравнению с другими годами наблюдений, отмечается повышение балла зимостойкости у отдельных биотипов изучаемых видов. Растения *Acer platanoides* среди изученных видов обладают меньшей хронографической феноизменчивостью [8].

**Выводы.** В результате проведенных многолетних исследований дана комплексная оценка состояния растений рода *Acer* в коллекции дендрария СибГТУ, позволяющая судить о перспективности видов для интродукции в данных эколого-климатических условиях и целесообразности дальнейшей работы по их репродукции и введению в культуру. Полученные данные свидетельствуют об успешной адаптации видов *Acer mono*, *Acer ginnala* и *Acer tataricum*. Преобладающее большинство изученных экземпляров данных видов имеют параметры в пределах биологической нормы, отличаются полноценным генеративным развитием, вполне зимостойки и устойчивы в условиях интродукции. Отставание от возрастной бионормы растений *Acer platanoides* в условиях изучаемого пункта интродукции, возможно, обусловлено низкой адаптационной способностью вида, в частности малой вариабельностью сроков сезонного развития и неустойчивостью к отрицательному влиянию эдафического фактора. Данный вид требуют дальнейшего детального изучения.

Полученные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях процесса адаптации видов в сложных эколого-климатических условиях интродукции, а также при разработке рекомендаций по их введению в культуру Сибирского региона.

### Литература

1. Бульгин Н.Е. Фенологические наблюдения над листовыми древесными растениями. – Л.: Изд-во ЛТА, 1976. – 70 с.
2. Бульгин Н.Е., Ярмишко В.Т. Дендрология. – М.: Изд-во МГУЛ, 2001. – 528 с.
3. Иваненко Б.И. Фенология древесных и кустарниковых пород. – М.: Наука, 1962. – 95 с.

4. Кохно Н.А. К методике оценки успешности интродукции лиственных древесных растений // Теория и методы интродукции растений и зеленого строительства. – Киев: Наук. думка, 1980. – 80 с.
5. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Романова А.Б. Интродукция растений в дендрарии СибГТУ. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2000. – 194 с.
6. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Дендрарий СибГТУ: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2012. – 80 с.
7. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика определения прироста древесных растений. – М.: Наука, 1967. – 27 с.
8. Шестак К.В., Шишигина А.Ю. Фенологические исследования кленов в условиях интродукции // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: мат-лы XVI Междунар. конф. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2013. – С. 150–157.



УДК 630.323

Н.В. Казаков, П.Б. Рябухин, М.А. Садетдинов

### МЕТОД ТИПИЗАЦИИ ЛЕСНОГО ФОНДА

*Разработка алгоритмов типизации основных характеристик лесосек и их формализация направлены на снижение эксплуатационных затрат лесопользователей в части применения систем машин и механизмов путем их рационального и обоснованного распределения по выявленным типам совокупностей условий функционирования.*

**Ключевые слова:** лесной фонд, показатели участков леса, алгоритм, типизация, таксон, закон распределения вероятностей, совокупность параметров лесосек.

N.V.Kazakov, P.B. Ryabukhin, M.A. Sadetdinov

### THE METHOD OF THE FOREST STOCK TYPIFICATION

*The typification algorithm development of the main cutting area characteristics and their formalization are directed on the decrease in operational expenses of forest users regarding the machine and mechanism system use by their rational and reasonable distribution on the revealed types by the operating condition sets.*

**Key words:** forest stock, forest site indices, algorithm, typification, taxon, law of probability distribution, cutting area parameter set.

**Введение.** При проведении аналитических исследований лесной фонд как объект будем рассматривать в виде участка, покрытого древесными растениями; площади, переданной в аренду и характеризующейся совокупностью (гипервектором) параметров  $\{Y\}$ . Естественно, что в реальных условиях, при переходе от одного участка леса к другому, эти параметры будут варьироваться. В связи с чем на практике могут встречаться как сходные, так и отличные друг от друга участки.

Существуют условные сочетания лесозэксплуатационных признаков участков леса, назовем их таксонами, а статистически наиболее вероятное появление совокупностей выделенных характеристик участков леса – ядрами таксонов.

В природе указанные выше показатели участков леса  $\{Y\}$  носят вероятностный характер. Учесть эту стохастичность можно, описав данные показатели законами распределения случайных величин. В этом случае проблему идентификации закона распределения лесных условий можно свести к задачам теории распознавания образов и решить с помощью алгоритмов автоматической классификации данных [1].

**Цель исследования.** Разработка алгоритма типизации основных лесорастительных характеристик лесосек для реализации математической модели оптимизации технологических параметров процессов лесозаготовок лесопромышленных предприятий.