

УДК 630*536

**ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ
ПРОЕКЦИИ КРОН ДЕРЕВЬЕВ ЧЕРЕМУХИ МААКА
В Г. ЕКАТЕРИНБУРГЕ**© *Л.И. Аткина, д-р с.-х. наук, проф.**У.А. Сафронова, канд. с.-х. наук, ст. преп.*Уральский государственный лесотехнический университет, Сибирский тракт, д. 37,
г. Екатеринбург, Россия, 620100; e-mail: Atkina@mail.ru

Жизненное состояние и декоративные качества деревьев черемухи Маака на объектах озеленения г. Екатеринбурга сильно варьируют в зависимости от локальных факторов, действующих на конкретную посадку. Для оптимизации пространственной структуры существующих посадок и правильного проектирования новых необходимы точные данные об особенностях формирования кроны используемых видов растений. В целях изучения потребностей деревьев черемухи Маака в свободном пространстве для нормального развития кроны были поставлены следующие задачи: зафиксировать линейные размеры кроны в различных направлениях; выяснить, какое влияние на развитие отдельных частей кроны оказывает их экспозиция и взаимодействие с соседними растениями; определить площади горизонтальных проекций кроны обследованных деревьев; установить расстояние между деревьями, не нарушающее их жизнеспособности. В ходе исследования были измерены по восьми направлениям радиусы проекций кроны деревьев черемухи Маака в возрасте от 30 до 50 лет в групповых посадках. По каждому направлению для дерева отмечались факторы, влияющие на развитие кроны с данной стороны и расстояние до фактора. Выборка была рассортирована по «свободным» и «ограниченным» условиям развития для определения степени деформации кроны обследованных деревьев в направлении свободного пространства и в тех направлениях, где происходит взаимодействие с кронами соседних растений. Среднестатистическая горизонтальная проекция кроны деревьев черемуха Маака, достигших полного развития в условиях групповых посадок на территории г. Екатеринбурга, имеет форму практически правильной окружности радиусом $3,5 \pm 0,06$ м. В направлении пространственного ограничения этот показатель уменьшается на 21,2 % относительно среднего по всей совокупности измерений и составляет $2,8 \pm 0,07$ м. В направлении открытого пространства происходит разрастание части кроны, средний радиус увеличивается на 26,5 % относительно среднего по всей совокупности измерений и составляет $4,5 \pm 0,07$ м. Учитывая, что средний шаг посадки деревьев черемухи Маака в условиях групповых посадок г. Екатеринбурга достаточно велик, около 5,1 м, полученные отклонения можно считать нормой. Зависимости между экспозицией разных частей кроны по странам света и степенью их развития не установлено. Средняя площадь горизонтальной проекции кроны деревьев черемуха Маака, достигших полного развития кроны в условиях групповых посадок, составляет около 40 м^2 .

Ключевые слова: черемуха Маака, проекция кроны, деформация кроны, свободные и ограниченные условия развития.

Введение

После 60-х годов прошлого века в озеленении г. Екатеринбурга широкое распространение получил декоративный и зимостойкий интродуцент с Дальнего Востока – черемуха Маака (*Padus maackii* (Rupr.) Kom.) [5]. Исследования последних лет подтверждают, что деревья данного вида успешно выполняют санитарно-гигиенические и декоративные функции как во дворах, так и на магистральных улицах города [3]. Благодаря высокой устойчивости к условиям городской среды [7], способности адаптироваться к экстремальным факторам, быстрому росту и высоким декоративным качествам черемуха Маака считается очень перспективным интродуцентом для создания быстрого декоративного эффекта средствами озеленения [6]. Однако, являясь светолюбивой породой, чувствительной к затенению, даже в полутени она теряет свою декоративность. Этот вид не рекомендуется для создания загущенных посадок [1]. Наблюдения предыдущих лет показали, что в Екатеринбурге облик деревьев исследуемого вида и характер их роста напрямую зависит от условий освещения и густоты насаждений [2], жизненное состояние растений определяется локальными факторами, действующими на конкретную посадку [3]. Ухудшение санитарного состояния в большинстве случаев вызвано нарушением правил посадки при создании объекта [4].

Чтобы иметь возможность оптимизировать пространственную структуру существующих посадок и не допускать ошибок при проектировании новых объектов озеленения, необходимо иметь точные данные об особенностях формирования кроны используемых видов растений в условиях озеленяемого района.

Цель и задачи

В целях изучения потребностей деревьев черемухи Маака в свободном пространстве для нормального развития кроны было проведено исследование формы и размеров горизонтальной проекции кроны деревьев данного вида в групповых посадках на территории г. Екатеринбурга, в ходе которого были поставлены следующие задачи: зафиксировать линейные размеры кроны деревьев черемухи Маака в различных направлениях (по сторонам света); выяснить, какое влияние на развитие отдельных частей кроны оказывает их экспозиция и взаимодействие с соседними растениями; определить площади горизонтальных проекций кроны обследованных деревьев; установить расстояние между деревьями, не нарушающее их жизнеспособности.

Объекты и методы

Для исследования были подобраны чистые по составу и смешанные групповые посадки с участием черемухи Маака в возрасте от 30 до 50 лет, расположенные на достаточном удалении от проезжей части и других экстремальных факторов, которые могли бы оказать определяющее влияние на развитие кроны. В общей сложности было обследовано 90 взрослых (достигших полного развития кроны в условиях взаимодействия с другими растениями)

деревьев, в различном санитарном состоянии (от 1 до 3 баллов по стандартной шкале). Для точного определения санитарного состояния растений и границ крон (пока они с листьями) измерения произведены в августе–сентябре.

Радиусы проекции кроны измеряли по восьми направлениям, начиная с северного, с помощью лазерной рулетки (точность до 0,1 м). Край кроны определяли по верхушкам нескольких живых ветвей. В каждом из 8 направлений для дерева фиксировали радиус горизонтальной проекции кроны, фактор, влияющий на развитие кроны с данной стороны (наличие соседнего дерева, проезжей части, стен домов и т.п.), расстояние до фактора. Дополнительно для каждого дерева измеряли диаметр ствола на высоте 1,3 м, высоту и возраст, отмечали санитарное состояние.

Для каждого обследованного дерева черемухи Маака рассчитывали площадь горизонтальной проекции кроны несколькими способами: как площадь круга, радиус которого равен среднему радиусу для дерева; как сумму площадей треугольников, образованных радиусами по каждому из 8 направлений, и соединяющими их хордами; как сумму площадей секторов круга по всем измеренным радиусам кроны.

Результаты

Предварительный анализ собранных данных средствами Microsoft Excel показал, что полученное выборочное распределение значений радиусов крон черемухи Маака подчиняется закону нормального распределения. Чтобы сравнить развитие крон обследованных деревьев в направлении свободного пространства и в тех направлениях, где происходит взаимодействие с соседними растениями, общая выборка была рассортирована по «свободным» и «ограниченным» условиям развития. Для проверки гипотезы о равенстве дисперсий выборок по свободным и ограниченным условиям развития крон был использован двухвыборочный F-тест для дисперсии, результаты которого показали, что дисперсии не равны. Проверка гипотезы о равенстве средних значений радиуса с помощью двухвыборочного t-теста с различными дисперсиями установила, что выборки отдельно по свободным и ограниченным направлениям крон достоверно отличаются друг от друга и от общей совокупности. Средние показатели радиусов крон по всем деревьям и направлениям приведены в табл. 1.

Все деревья, обследованные в ходе выполнения данной работы, произрастают в групповых посадках. Их кроны развивались во взаимодействии с другими деревьями, в результате чего они так или иначе деформированы, формы их проекций отличаются от круга. Таким образом, средний радиус по всей совокупности измерений соответствует радиусу проекции кроны некоторого усредненного дерева, развившегося в групповой посадке в условиях взаимодействия с соседними растениями, и составляет $3,5 \pm 0,06$ м.

Таблица 1

**Статистические показатели радиусов горизонтальных проекций крон
всех измеренных деревьев**

Параметр	По условиям развития ветвей		По всей выборке
	Свободные	Ограниченные	
Число измерений	320	400	720
Среднее арифметическое (с ошибкой среднего), м	4,5±0,07	2,8±0,07	3,5±0,06
Дисперсия	1,64	1,78	2,42
Среднее квадратичное отклонение, м ²	1,28	1,34	1,55
Коэффициент вариации V, %	28,8	48,2	44,2
Точность опыта p, %	1,61	2,41	1,65

Средний радиус по «свободным» условиям развития кроны соответствует среднему радиусу сегмента кроны деформированного дерева в сторону ее разрастания (сегмент «+»). Он равен 4,5±0,07 м и превышает средний радиус по всей совокупности измерений на 26,5 %.

Средний радиус по направлениям, где происходит взаимодействие с соседними деревьями, характеризует средний радиус сегмента кроны деформированного дерева со стороны угнетения ее роста (сегмент «-») и составляет 2,8±0,07 м. Отклонение среднего радиуса взаимодействующих сегментов от среднего по всей совокупности измерений составляет 21,2 %.

Среднее расстояние между стволами деревьев черемухи Маака и соседствующих с ними растений по всем обследованным групповым посадкам 5,1 м.

Кроме непосредственных воздействий со стороны соседних деревьев и различных объектов, существенное влияние на развитие крон черемухи Маака оказывают условия инсоляции, которые определяются экспозицией каждой конкретной части растения в определенное время суток. Чтобы установить различия в развитии крон черемухи Маака в зависимости от ориентации по сторонам света, средние значения радиусов проекций крон по каждому из направлений были сведены в табл. 2 и сопоставлены с долевым участием ограниченных условий развития крон.

Из табл. 2 видно, что отклонение средних показателей радиуса горизонтальной проекции крон обследованных деревьев по странам света от среднего по всей выборке во всех случаях не превышает статистической погрешности. Следовательно, степень развития отдельных частей кроны деревьев черемухи Маака не зависит от их экспозиции. Коэффициент корреляции между средними значениями радиусов крон по странам света и долевым участием ограниченных условий развития по каждому направлению составил -0,38, что свидетельствует о наличии слабой отрицательной корреляции между этими показателями.

Таблица 2

**Статистическая характеристика радиусов горизонтальных проекций
крон черемухи Маака**

Параметр	По направлениям измерений*								По всей выборке
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Среднее арифметическое, м	3,56	3,61	3,59	3,56	3,64	3,43	3,38	3,39	3,52
Коэффициент вариации V, %	44,3	41,4	45,5	44,8	41,7	41,4	47,8	47,1	44,15
Ошибка среднего <i>m</i> , м	0,17	0,16	0,17	0,17	0,16	0,15	0,17	0,17	0,06
Точность опыта <i>p</i> , %	4,7	4,4	4,8	4,7	4,4	4,4	5,0	5,0	1,65
Абсолютное отклонение, м	0,04	0,09	0,07	0,04	0,12	-0,09	-0,14	-0,13	-
Относительное отклонение, %	1,3	2,5	2,1	1,1	3,5	-2,6	-3,9	-3,8	-
Доля ограниченного расположения, %	51,1	54,4	45,6	61,1	57,8	55,6	64,4	54,4	55,56

*N – северное, NE – северо-восточное, E – восточное, SE – юго-восточное, S – южное, SW – юго-западное, W – западное, NW – северо-западное.

Как следует из табл. 2, развитие крон черемухи Маака, произрастающих в групповых посадках, в среднем в 55,6 % случаев происходит в условиях непосредственного взаимодействия с другими деревьями. Таким образом, около половины периметра кроны среднестатистического дерева черемухи Маака в групповых посадках г. Екатеринбурга испытывает непосредственное воздействие со стороны соседних растений.

Площадь горизонтальной проекции кроны среднестатистического дерева черемухи Маака, рассчитанная как площадь круга радиусом 3,5 м (средний радиус по всей совокупности обследованных деревьев) составляет 38,5 м². Средние значения площади горизонтальных проекций крон всех обследованных деревьев, рассчитанные разными способами, приведены в табл. 3.

Очевидно, что площадь горизонтальной проекции кроны дерева, рассчитанная как сумма площадей секторов круга, превышает реальные показатели (поскольку круг при минимальном периметре имеет максимальную площадь). Площадь, рассчитанная как сумма площадей треугольников, образованных радиусами по каждому из направлений, и соединяющими их хордами,

Таблица 3

**Статистические показатели площадей горизонтальных проекций крон
всех измеренных деревьев**

Параметр	Способ расчета площади горизонтальной проекции кроны одного дерева		
	по среднему радиусу	по сумме секторов круга	по сумме треугольников
Среднее арифметическое, м ²	40,0±1,5	45,9±1,7	38,3±1,4
Дисперсия	219,8	268,5	184,8
Среднее квадратичное отклонение, м ²	14,8	16,4	13,6
Коэффициент вариации V, %	37,1	35,7	35,5
Ошибка среднего <i>m</i> , м ²	1,5	1,7	1,4
Точность опыта <i>p</i> , %	3,8	3,7	3,7

в некоторых случаях может быть меньше реального показателя. Чем больше будет число измеряемых радиусов и, следовательно, количество треугольников, на которые разбивается горизонтальная проекция кроны, тем точнее сумма их площадей будет характеризовать реальную площадь проекции кроны. Но на практике многократное измерение радиусов горизонтальной проекции кроны для каждого обследуемого дерева занимает много времени.

Выводы

1. Среднестатистическая горизонтальная проекция крон деревьев черемуха Маака, достигших полного развития в условиях групповых посадок на территории г. Екатеринбурга, имеет форму практически правильной окружности радиусом 3,5±0,06 м. В направлении пространственного ограничения этот показатель уменьшается на 21,2 % относительно среднего по всей совокупности измерений и составляет 2,8±0,07 м. В направлении открытого пространства происходит разрастание части кроны, и средний радиус увеличивается на 26,5 % относительно среднего по всей совокупности измерений и составляет 4,5±0,07 м. Учитывая, что средний шаг посадки деревьев черемухи Маака в условиях групповых посадок г. Екатеринбурга достаточно велик, около 5,1 м, полученные отклонения можно считать нормой.

2. Зависимости между экспозицией разных частей кроны по странам света и степени их развития не установлено.

3. Средняя площадь горизонтальной проекции крон деревьев черемуха Маака, достигших полного развития кроны в условиях групповых посадок на территории г. Екатеринбурга, составляет около 40 м².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов Е.С., Аксенова Н.А. Декоративные садовые растения // Энциклопедия природы России. Изд. 2-е, испр. М.: АБФ/АВФ, 2000. 560 с.

2. Сафронова У.А., Аткина Л.И. Комплексная характеристика деревьев черемухи Маака в юго-западной части г. Екатеринбурга // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: Материалы V Всерос. научн.-техн. конф. Ч. 2. Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. С. 130–133.

3. Сафронова У.А., Аткина Л.И. Опыт использования черемухи Маака (*Padus Maackii* Kom.) в озеленении магистральных улиц г. Екатеринбурга // Фитодизайн в современных условиях: материалы межд. конф. Белгород: БелГУ, 2010. С. 45–49.

4. Сафронова У.А. Динамика изменения санитарного состояния черемухи Маака (*Padus Maackii* Kom) в озеленительных посадках г. Екатеринбурга // Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство: современные тенденции: материалы межд. конф. 3–4 сент. 2010 г. Воронеж: ВГЛТА, 2010. Т. 2. С. 68.

5. Семкина Л.А., Макарова О.Б., Яковлева С.В. Состояние зеленых насаждений в г. Свердловске и на некоторых промышленных предприятиях // Экология и интродукция растений на Урале: сб. науч. тр. Свердловск: УрО РАН СССР, 1991. С. 81–93.

6. Скупченко Л.А., Мишуров В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми // Итоги работы Ботанического сада за 50 лет. Т. 3. СПб.: Наука, 2003. 214 с.

7. Сунцова Л.Н., Иншаков Е.М., Козик Е.В. Оценка состояния городской среды методом фитоиндикации (на примере г. Красноярск) // Лесн. журн. 2011. № 4. С. 29–32. (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 15.05.13

UDC 630*536

Characteristic of the Shape and Size of the Horizontal Crown Projection of Cherry Maak (*Padus Maackii* Rupr Kom) in Yekaterinburg

L.I. Atkina, Doctor of Agriculture, Professor

U.A. Safronova, Candidate of Agriculture, Senior Lecturer

Ural State Forest Engineering University, Sibirskiy trakt, 37, Ekaterinburg, 620100, Russia; e-mail:Atkina@mail.ru

Vital status and decorative qualities of cherry Maak (*Padus Maackii* Rupr Kom) trees at the plantings of greenery of Yekaterinburg vary widely depending on local factors affected on a particular planting. Accurate data about the peculiarities of the crown formation of the used plant species are necessary for optimizing the spatial patterns of existing plantings and for the proper design of new plantings. The following tasks were performed in order to study the needs of cherry Maak trees in free space for normal development of the crown: to fix the linear dimensions of the crown in different directions; to find out what is the impact on the development of individual parts of the crown caused by their exposure and interaction with neighboring plants; to determine the areas of the horizontal crown projections of the surveyed trees; to determine the distance between trees that does not violate their viability. The radiuses of the crown projections of cherry Maak trees in age from 30 to 50 years in group plantings were measured during the study. For a tree for each direction were noted the factors affecting on the development of the crown from this side, and the distance to the factor. The selection was sorted by “free” and “limited” conditions of development to determine the degree of deformation of the crown of the surveyed trees in the direction of free space and in the directions where there is an interaction with the crowns of neighboring plants. The average horizontal crown projection of the of the trees under full development in the conditions

of group plantings of greenery in Yekaterinburg has a shape of almost an exact circle of radius $3,5\pm 0,06$ m. This indicator decreased by 21,2 % compared to the average for the entire set of measurements and is $2,8\pm 0,07$ meters in the direction of the space limitations. The expansion of the crown takes place in the direction of open space and the average radius increased by 26,5 % compared to the average for the entire set of measurements and it is $4,5\pm 0,07$ m. Considering that the average planting step of cherry Maak trees in terms of group plantings in the city of Yekaterinburg is large enough, approximately 5,1 m, the obtained deviations can be considered as the norm. The dependence between exposition of different parts of the crown on light side and the degree of their development was not installed. The average area of the horizontal crown projection of the cherry Maak trees under full development of the crown in terms of group plantings in the city of Yekaterinburg is about 40 m.

Keywords: cherry Maak, crown projection, crown deformation, free and limited conditions of development.

REFERENCES

1. Aksenov E.S., Aksenova N.A. *Dekorativnye sadovye rasteniya: derevya i kustarniki* [Ornamental Garden Plants: Trees and Shrubs]. Moscow, 2000, vol. 1. 560 p.
2. Safronova U.A., Atkina L.I. Kompleksnaya kharakteristika derev'ev cheremukhi Maaka v yugo-zapadnoy chasti g. Ekaterinburga [Comprehensive Characterization of Cherry Maak Trees in the Southwestern Part of Yekaterinburg]. *Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii* [Scientific Creativity of Youth – for Russian Forest Sector]. Ekaterinburg, 2009, pp. 130–133.
3. Safronova U.A., Atkina L.I. Opyt ispol'zovaniya cheremukhi Maaka (Padus Maackii Kom.) v ozelenenii magistral'nykh ulits g. Ekaterinburga [Experience of Cherry Maak (Padus Maackii Rupr Kom) Using in the Greening of Main Streets of Yekaterinburg]. *Fitodizayn v sovremennykh usloviyakh* [Fitodesign in Modern Conditions]. Belgorod, 2010, pp. 45–49.
4. Safronova U.A. Dinamika izmeneniya sanitarnogo sostoyaniya cheremukhi Maaka (Padus Maackii Kom) v ozelenitel'nykh posadkakh g. Ekaterinburga [Dynamics of Changes in the Sanitary Condition of Cherry Maak (Padus Maackii Rupr Kom) in the Greenery Planting of Yekaterinburg]. *Landshafnaya arkhitektura i sadovo-parkovoe stroitel'stvo: sovremennye tendentsii* [Landscape Architecture and Landscape Construction: current trends]. Voronezh, 2010, vol. 2. 68 p.
5. Semkina L.A., Makarova O.B., Yakovleva S.V. Sostoyanie zelenykh nasazhdeniy v g. Sverdlovsk i na nekotorykh promyshlennykh predpriyatiyakh [Status of Green Plantings in Sverdlovsk and in Certain Industrial Facilities] *Ekologiya i introduktsiya rasteniy na Urale* [Ecology and Introduction of Plants in the Urals]. Sverdlovsk, 1991, pp. 81–93.
6. Skupchenko L. A. *Introduktsiya poleznykh rasteniy v podzone sredney taygi Respubliki Komi: Itogi raboty Botanicheskogo sada za 50 let* [Introduction of Useful Plants in the Middle Taiga Subzone of the Komi Republic: Results of the Botanical Garden for 50 Years]. St. Petersburg, 2003, vol. 3. 214 p.
7. Suntsova L. N., Inshakov E. M., Kozik E.V. Otsenka sostoyaniya gorodskoy sredy metodom fitoindikatsii (na primere g. Krasnoyarska) [Assessment of Urban Environment State by Phytoindication Method (based on example of Krasnoyarsk)]. *Lesnoy zhurnal*, 2011, no. 4, pp. 29–32.

Received on May 15, 2013

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2015.5.92