

Научная статья  
УДК 630\*182.46

## АНАЛИЗ ВРЕМЕННОЙ И РАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ *CARAGANA ARBORESCENS* LAM. В ШАРТАШСКОМ И УКТУССКОМ ЛЕСНЫХ ПАРКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА

Марина Витальевна Чмыхало<sup>1</sup>, Кристина Алексеевна Рожкова<sup>2</sup>  
Елена Александровна Тишкина<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> dewstarew@gmail.com

<sup>2</sup> krisrozhovo@gmail.com

<sup>3</sup> tishkinaea@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Дана оценка временной и размерной структуры *Caragana arborescens* Lam. в различных ценотических условиях в Уктусском и Шарташском лесных парках Екатеринбурга на основе индивидуальных параметров (онтогенетическое состояние и морфометрические показатели). В двух лесных парках Карагана обладает схожими параметрами как по онтогенетической структуре, так и по морфологическим размерам крон деревьев. Особи в Шарташском лесном парке немного превышают по размерным параметрам таковые в Уктусском лесном парке, что подтверждается результатами двухфакторного ANOVA. Между размерами крон деревьев в разном направлении существует высокого уровня корреляция. Также охарактеризованы изменения размерных параметров крон деревьев для различных онтогенетических состояний.

**Ключевые слова:** *Caragana arborescens*, морфометрические показатели, возрастная структура

Original article

## ANALYSIS OF THE TEMPORAL AND DIMENSIONAL STRUCTURE OF *CARAGANA ARBORESCENS* LAM. IN THE SHARTASHSKY AND UKTUSSKY FOREST PARKS OF YEKATERINBURG

Marina V. Chmyhalo<sup>1</sup>, Kristina A. Rozhkova<sup>2</sup>, Elena A. Tishkina<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> dewstarew@gmail.com

<sup>2</sup> krisrozhovo@gmail.com

<sup>3</sup> tishkinaea@m.usfeu.ru

**Abstract.** The article is devoted to the evaluation of the temporal and dimensional structure of *Caragana arborescens* Lam. in various cenotic conditions in the Uktusky and Shartashsky forest parks of Yekaterinburg on the basis of individual parameters (ontogenetic state and morphometric indicators). *Caragana arborescens* in two forest parks have similar parameters both in terms of ontogenetic structure and morphological dimensions of tree crowns. Individuals in the Shartash Forest Park slightly exceed in size parameters those in the Uktus Forest Park, which is confirmed by the results of two-factor ANOVA. There is a high level of correlation between the sizes of tree crowns in different directions. Changes in the dimensional parameters of tree crowns for various ontogenetic states are also characterized.

**Keywords:** *Caragana arborescens*, morphometric indicators, age structure

Биологические инвазии, или расселение видов растений и животных во вторичных ареалах, – один из глобальных факторов трансформации естественных экосистем [1–3]. Инвазивный вид «Карагана древовидная» (*Caragana arborescens* Lam.) активно расселяется в урбанизированных лесах Среднего Урала [4–5], поэтому изучение процессов, которые протекают в лесопарковой зоне Екатеринбурга при внедрении в них караганы, представляется весьма актуальными.

Изучение караганы выполнено в 2021 году в семи местообитаниях *Caragana arborescens* в двух лесных парках – Шарташский (56°50'40" N 60°40'53" E) и Уктусский (56°45'48" N 60°39'04" E) (табл. 1). Для характеристики местообитаний акации в двух лесных парках (Уктусском и Шарташском) помимо популяционных признаков использованы показатели размера кроны особей: высота растения (H), диаметры ( $D_1$ ,  $D_2$ ), радиус (R), площадь (S) и объем (V) кроны. Всего было изучено 120 особей акации в Уктусском лесном парке и 90 – в Шарташском. При анализе проявления признаков в изученных местообитаниях рассчитаны стандартные статистики среднего и вариации (стандартные отклонения), доли представленности онтогенетических состояний в составе выборок. Проведен двухфакторный дисперсионный анализ ANOVA для установления возможных различий. Факторами выступали онтогенетическое состояние и местообитание в одном из двух лесных парков. Для установления связи между признаками размеров кроны использованы корреляционный и регрессионный анализы.

Екатеринбург является одним из самых зеленых городов Российской Федерации. Вокруг него расположено широкое кольцо зеленых насаждений. В пределах городской застройки располагаются 15 лесных парков. *Caragana arborescens* натурализована в 14 лесных парках из 15 на площади 370,7 гектаров, по данным базы «АРМ Лесфонд». В Шарташском лесном парке карагана растет на площади 32,7 гектаров, а в Уктусском 4 гектара. В обоих парках плотность фрагментов местообитаний варьирует от 601 до 2540 особей на 1 гектар.

Таблица 1

Характеристика местообитаний *Caragana arborescens* Lam.  
в Шарташском и Уктусском лесных парках

| Номер<br>фрагмента<br>местообитаний | Местообитания                        |        |                          | Общая<br>плотность,<br>экз./га |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------|--------------------------|--------------------------------|
|                                     | Древостой                            |        |                          |                                |
|                                     | Тип леса                             | Состав | Сомкнутость<br>древостоя |                                |
| Уктусский лесной парк               |                                      |        |                          |                                |
| 1                                   | Сосняк<br>черничный                  | 9С1Б   | 0,6                      | 601                            |
| 2                                   | Сосняк<br>вейниковый                 | 10С    | 0,5                      | 653                            |
| 3                                   | Сосняк<br>зеленомошный               | 10С    | 0,4                      | 1281                           |
| 4                                   | Сосняк<br>вейниковый                 | 6С4Б   | 0,2                      | 2540                           |
| Шарташский лесной парк              |                                      |        |                          |                                |
| 5                                   | Сосняк<br>зеленомошный               | 6С4Б   | 0,4                      | 778                            |
| 6                                   | Лиственнич-<br>ник зелено-<br>мошный | 10Лт   | 0,4                      | 911                            |
| 7                                   | Лиственнич-<br>ник зелено-<br>мошный | 10Лт   | 0,5                      | 644                            |
| $X \pm m_x$                         |                                      |        | 0,4                      | 1058                           |

Обе ценопопуляции обладают схожим составом онтогенетических состояний, в нем доминируют особи в имматурном и виргинильном состояниях, отличие Шарташского лесного парка только в наличии доли особей в раннегенеративном состоянии  $g_1$ , в то время как в Уктусском лесном парке такие растения практически отсутствуют.

В результате анализа средних величин и стандартных отклонений размерных признаков кроны растений акации в каждом онтогенетическом состоянии установлены схожие размеры крон особей при сравнении двух местообитаний. На рис. 1 изображены графики изменения размерных признаков крон растений ( $H$ ,  $D_1$ ) в пределах онтогенетических состояний, на которых величины признаков упорядочены по возрастанию для каждого состояния (участвуют растения общей выборки из двух лесных парков).

Данные графики иллюстрируют характер возрастания размеров крон растений, в том числе средних величин признаков, происходящий одновременно с ростом и переходом в последующее онтогенетическое состояние. На рис. 2 изображены зависимости между размерными признаками крон растений:  $D_1$  и  $H$ ,  $D_2$  и  $D_1$ . Связь высоты кроны с диаметром, а также связь диаметров в двух направлениях хорошо аппроксимируются линейными

зависимостями (в первой паре соответствующий  $R^2 = 0,778$ , во второй паре  $R^2 = 0,826$ ).

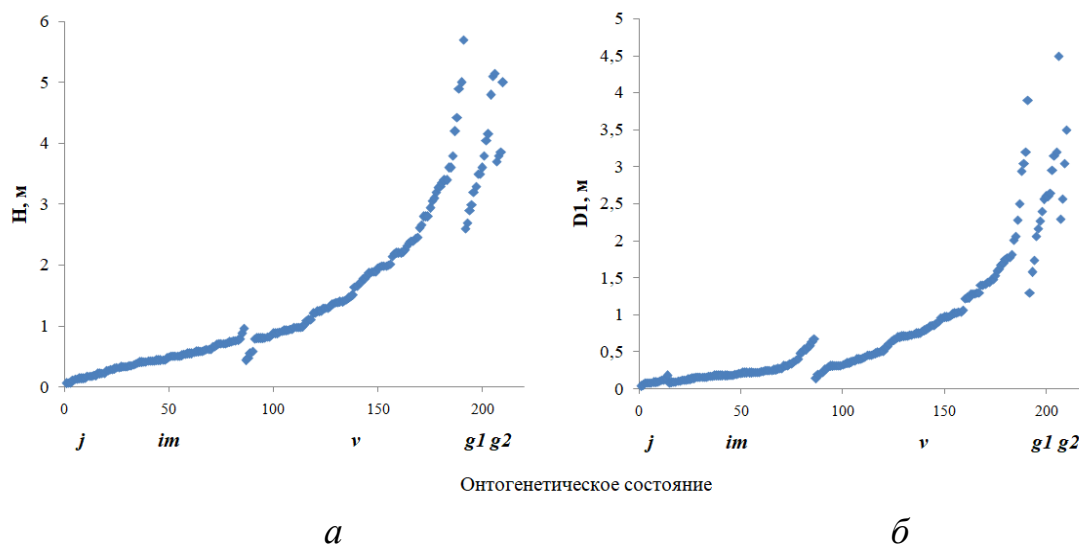


Рис. 1. Изменение параметров высот и диаметров кроны караганы для различных онтогенетических состояний в двух лесных парках

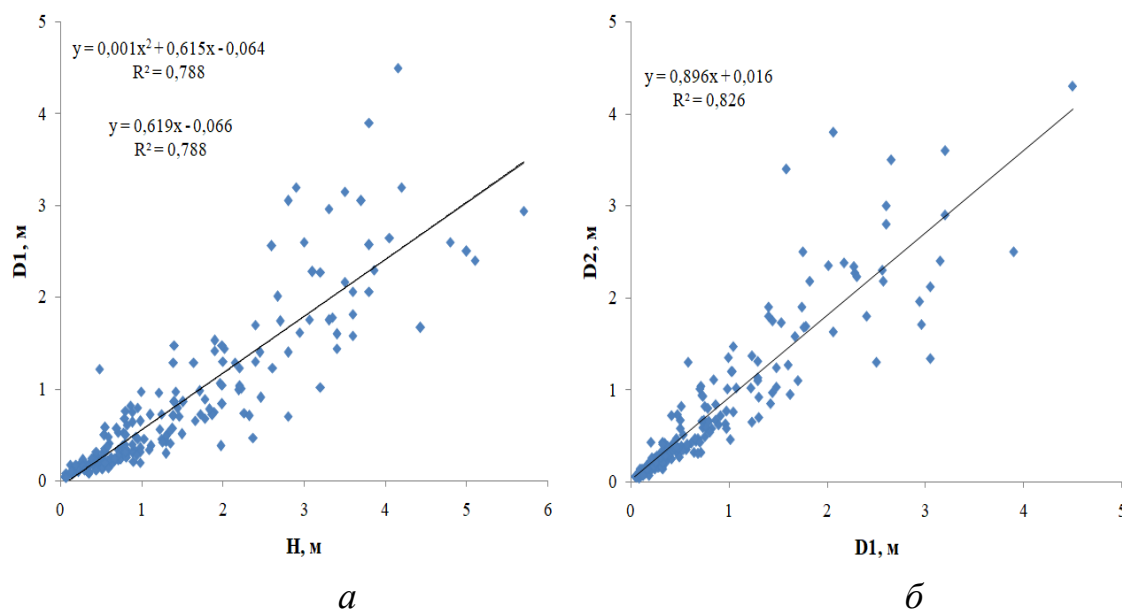


Рис. 2. Зависимость между высотами и диаметрами крон (*a*), а также между диаметрами в двух направлениях (*б*)

Проведенный дисперсионный анализ ANOVA (табл. 2), в котором факторами выступали онтогенетическое состояние и место произрастания в одном из лесных парков, показал значимое отличие высот и диаметров крон растений под влиянием эффекта фактора возрастного состояния, в то время как значимый эффект места произрастания наблюдается только для диаметров крон, но не для высот (табл. 2, рис. 3). Таким образом можно говорить

о некотором превышении по размерным параметрам крон особей в Шарташском лесном парке, оно достоверно подтверждается для диаметров, а для высот уровень значимости составляет  $p = 0,074$ , что немного больше (однако близкое значение), чем уровень достоверности.

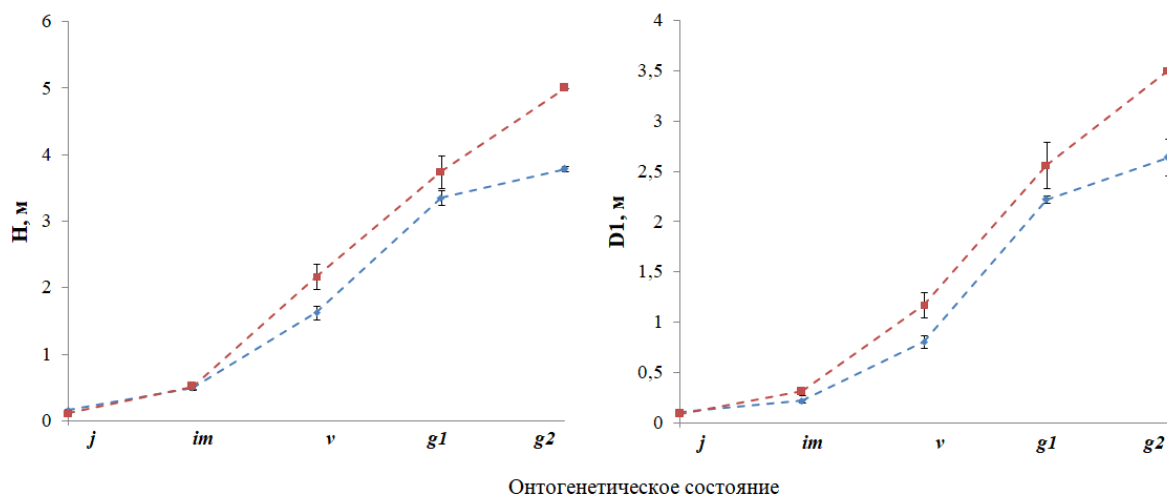


Рис. 3. Средние величины и стандартные ошибки высот и диаметров кроны акации в различных онтогенетических состояниях (синяя линия соединяет показатели для Уктусского, красная – для Шарташского лесного парка)

Таблица 2

Результаты двухфакторного ANOVA для параметров крон *C. arborescens* Lam.

| Эффект фактора                          | SS      | Степени свободы | MS     | F-значение | p-уровень    |
|---|---------|-----------------|--------|------------|--------------|
| ANOVA для высоты кроны H                |         |                 |        |            |              |
| Интерсепт                               | 190,84  | 1               | 190,84 | 315,78     | <b>0,000</b> |
| Возрастное состояние                    | 155,765 | 4               | 38,94  | 64,44      | <b>0,000</b> |
| Лесной парк                             | 1,95    | 1               | 1,95   | 3,22       | 0,074        |
| Взаимодействие                          | 3,77    | 4               | 0,94   | 1,558      | 0,187        |
| Ошибка                                  | 120,87  | 200             | 0,60   |            |              |
| ANOVA для диаметра кроны D <sub>1</sub> |         |                 |        |            |              |
| Интерсепт                               | 80,695  | 1               | 80,695 | 289,86     | <b>0,000</b> |
| Возрастное состояние                    | 61,00   | 4               | 15,25  | 54,78      | <b>0,000</b> |
| Лесной парк                             | 1,174   | 1               | 1,174  | 4,22       | <b>0,041</b> |
| Взаимодействие                          | 1,272   | 4               | 0,318  | 1,14       | 0,338        |
| Ошибка                                  | 55,68   | 200             | 0,278  |            |              |

*Caragana arborescens* Lam. широко используется в озеленении, образуя долговечные бордюры и изгороди. Она является пионерным растением при

заселении пустырей и освободившихся территорий после вырубki леса. Выполняет роль очистителя воздушной среды, благодаря способности поглощать значительное количество вредных веществ, накапливая их в корнях, побегах, листьях. Она способна успешно приспосабливаться на фрагментированных и урбанизированных территориях, испытывающих влияние рекреационных воздействий и других форм загрязнения и выживать в широком диапазоне условий среды. Изучение ценопопляции *C. arborescens* в Уктусском и Шарташском лесных парках Екатеринбурга выявило их схожесть как по онтогенетической структуре, так и по проявлению размерных параметров отдельных растений.

## Список источников

1. Quantifying threats to imperiled species in the United States / D. S. Wilcove, D. Rothstein, J. Dubow and [et al.] // *Bioscience*. 1998. № 8 (48). P. 607–615.
2. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems / M. Vilà, J. L. Espinar, M. Hejda [et al.] // *Ecol. Lett.* 2011. № 7 (14). P. 702–708.
3. Impact of invasions by alien plants on soil seed bank communities: emerging patterns / M. Gioria, V. Jarosik, P. Pyšek // *Perspect. Plant Ecol.* 2014. № 3 (16). P. 132–142.
4. Веселкин Д. В., Корженевская А. А. Пространственные факторы адвентизации подлеска в лесопарках крупного города // *Изв. РАН. Сер. географич.* 2018. № 4. С. 54–64.
5. Veselkin D. V., Korzhinevskaya A. A., Podgayevskaya E. N. The species composition and abundance of alien and invasive understory shrubs and trees in urban forests of Yekaterinburg // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*. 2018. № 42. P. 102–118.