

УДК 634.54:630.228

DOI: 10.37482/0536-1036-2022-2-59-72

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОН ЛЕЩИНЫ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ

*С.Г. Биганова<sup>1</sup>, канд. с.-х. наук, доц.; ResearcherID: E-3358-2018,*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0581-3612>*

*Ю.И. Сухоруких<sup>1</sup>, д-р с.-х. наук, проф.; ResearcherID: ABF-3548-2020,*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5073-6102>*

*К.Н. Кулик<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН; ResearcherID: U-4690-2017,*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7124-8116>*

*А.К. Кулик<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук; ResearcherID: W-4034-2018,*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5927-7336>*

<sup>1</sup>Майкопский государственный технологический университет, ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, Республика Адыгея, Россия, 385000; e-mail: svetlanabiganowa@yandex.ru, drsuchor@rambler.ru

<sup>2</sup>Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, д. 97, г. Волгоград, Россия, 400062; e-mail: kulikkn@yandex.ru, kulikak79@yandex.ru

---

Оригинальная статья / Поступила в редакцию 28.03.20 / Принята к печати 06.08.20

---

**Аннотация.** Лещина обыкновенная ценна питательными и лечебными свойствами, способностью осуществлять почвоохранные функции. При этом морфологические признаки данного растения изучены недостаточно. Цель работы – выявление особенностей значимых морфологических параметров кроны плодоносящих растений лещины, оценка биологического разнообразия данных параметров на различных высотах, под пологом леса и на полянах для последующего установления лесохозяйственных и экологических функций этого растения, отбора декоративных и других хозяйственно-ценных форм. Объектом исследования являлись плодоносящие растения лещины, произрастающие в горных лесах Северо-Западного Кавказа на высоте 450...600 и 1300...1500 м над ур. м. под пологом леса и на полянах. Изучали диаметры центрального и трех наибольших стволов, кроны и основания куста, его высоту, количество побегов до 4 лет и старше, общее количество побегов в кусте, густоту и форму кроны. Обследовано 200 рамет, вступивших в стадию плодоношения. Индекс разнообразия рассчитывали по авторской методике (Сухоруких–Биганова). На высоте 1300...1500 м над ур. м. в условиях лучшего увлажнения по сравнению с участками, расположенными на высоте 450...600 м над ур. м., лещина имеет статистически достоверное лучшее развитие средних диаметров у центрального и трех основных стволов, кроны, большее общее количество побегов до 4 лет и старше. На полянах в условиях хорошего освещения по сравнению с условиями, складывающимися под пологом леса, лещины имеют превосходящие диаметры кроны и основания куста, большее число побегов до 4 лет и старше, общее число побегов в кусте. Здесь растения чаще образуют кусты с раскидистой и густой кроной. На верхних участках установлены значимый больший индекс разнообразия для среднего диаметра трех наибольших стволов куста лещины и наибольшее количество побегов старше 4 лет. На полянах по сравнению с участками под пологом леса наблюдается значимо превосходящее отличие индекса морфологического разнообразия по среднему диаметру основания куста, количеству побегов до 4 лет и старше,

общему количеству побегов, густоте крон. По форме крон индекс разнообразия выше под пологом леса, чем на поляне. Обобщенные индексы разнообразия количественных, качественных и общих морфологических признаков кустов лещины не имели существенных отличий на различных высотах, в условиях под пологом леса и на полянах.

**Для цитирования:** Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Кулик К.Н., Кулик А.К. Морфологические показатели крон лещины в горных лесах // Изв. вузов. Лесн. журн. 2022. № 2. С. 59–72. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-2-59-72

**Ключевые слова:** лещина обыкновенная, горные леса, лесной полог, поляны, диаметр ствола, диаметр кроны, высота кроны, диаметр основания куста, численность побегов, корреляция, индекс разнообразия.

## MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HAZEL CROWNS IN MOUNTAIN FORESTS

**Svetlana G. Biganova**<sup>1</sup>, Candidate of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [E-3358-2018](https://orcid.org/0000-0002-0581-3612), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0581-3612>

**Yuri I. Sukhorukikh**<sup>1</sup>, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [ABF-3548-2020](https://orcid.org/0000-0001-5073-6102), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5073-6102>

**Konstantin N. Kulik**<sup>2</sup>, Doctor of Agriculture, Prof., Academician of RAS; ResearcherID: [U-4690-2017](https://orcid.org/0000-0001-7124-8116), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7124-8116>

**Aleksey K. Kulik**<sup>2</sup>, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [W-4034-2018](https://orcid.org/0000-0001-5927-7336), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5927-7336>

<sup>1</sup>Maykop State Technological University, ul. Pervomayskaya, 191, Maykop, Republic of Adygeya, 385000, Russian Federation; e-mail: svetlanabiganowa@yandex.ru, drsuchor@rambler.ru

<sup>2</sup>Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forests of the Russian Academy of Sciences, prosp. Universitetskiy, 97, Volgograd, 400062, Russian Federation; e-mail: kulikkn@yandex.ru, kulikak79@yandex.ru

---

Original article / Received on March 28, 2020 / Accepted on August 6, 2020

---

**Abstract.** Common hazel is valuable for its nutritional and medicinal properties and its ability to provide soil conservation functions. However, the morphological characteristics of this plant have not been studied sufficiently. The research purpose is to identify features of significant morphological characteristics of crowns of nut-bearing hazel plants, to assess the biological diversity of these characteristics at different heights, under the forest canopy and on the glades for further detection of forestry and ecological functions of this plant, and to select ornamental and other economically valuable forms. The nut-bearing hazel plants growing in the mountain forests of the North-Western Caucasus at the altitude of 450–600 and 1,300–1,500 m above the sea level under the forest canopy and on the glades were the objects of the research. We studied the diameters of the central and three largest trunks, the crown and the base of the bush, its height, the number of shoots up to 4 years old and older, the total number of shoots in the bush, the density and shape of the crown. We examined 200 ramets that had entered the fruiting stage. The diversity index was calculated according to the authors' method (Sukhorukikh-Biganova). At the altitudes of 1,300–1,500 m above the sea level, under better humidification compared to the sites located at the altitude of 450–600 m, hazel has statistically reliable better development of average diameters of the central and three main trunks and crown, higher total number of shoots up to 4 years old and older. Hazel trees have superior crown and bush base diameters, greater number of shoots up to 4 years old and older,

the total number of shoots in the bush on the glades in conditions of good light compared to those under the forest canopy. Here the plants are more likely to form bushes with a spreading and thick crown. The upper sites showed a significantly higher diversity index for the average diameter of the three largest trunks of the hazel bush and the highest number of shoots older than 4 years. There is a significantly superior difference in the morphological diversity index for the average diameter of the bush base, the number of shoots up to 4 years old and older, the total number of shoots, and crown density on the glades compared to the sites under the forest canopy. In terms of crown shape, the diversity index is higher under the forest canopy than on the glade. The generalized indices of diversity of quantitative, qualitative and general morphological characteristics of hazel bushes did not differ significantly at different heights, under forest canopy and on the glades.

**For citation:** Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Kulik K.N., Kulik A.K. Morphological Characteristics of Hazel Crowns in Mountain Forests. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2022, no. 2, pp. 59–72. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-2-59-72

**Keywords:** common hazel, mountain forests, forest canopy, glades, trunk diameter, crown diameter, crown height, bush base diameter, number of shoots, correlation, diversity index.

### Введение

Лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.) является особо ценным для человека растением [20, 26, 29, 32]. Она дает вкусные питательные плоды, обладающие лечебными свойствами [15, 20–22, 27]. Ее листья, кора, скорлупа содержат значительное количество биологически активных веществ [7, 20, 23, 25]. Вид выполняет защитные функции [11, 17, 20], выступает в качестве ценной почвоулучшающей и подлесочной породы в лесных биоценозах [7, 30]. По совокупности полезных свойств, отмечает М.Е. Ткаченко, «лещина – один из наиболее ценных кустарников в лесоводстве» [16, с. 285]. На высокую доходность для лесного хозяйства средней полосы России от этого растения указывает Ф.К. Арнольд [1]. Лещина обыкновенная распространена в различных регионах мира на разных высотах, но особый интерес представляет ее произрастание и культивирование в горных районах [24, 27, 28].

В зависимости от условий лещина (культурные сорта именуются фундуком) имеет различные параметры и особенности развития кроны [7, 12, 20, 24]. К числу основных относятся высота куста, диаметры кроны, основного и нескольких крупных стволов, основания куста, численность побегов различного возраста, густота и форма кроны [3, 5, 8, 9]. Данные параметры имеют региональные особенности [3, 11, 14, 17, 30, 32].

В литературе отмечается значительное отличие морфологических параметров крон в зависимости от произрастания на вырубках и под пологом леса [7, 12]. Подобные отличия выявлены и у сортов на разных высотах в горных условиях [24]. При этом основное число работ посвящено изучению растений, вступивших в стадию плодоношения [11, 14, 20, 22, 23, 28, 32].

Лещина широко распространена в горных лесах Северо-Западного Кавказа. Здесь она поднимается на высоту до 1500 м над ур. м. Отмечено совместное произрастание лещины с дубом, буком и пихтой. Основные региональные исследования сосредоточены на изучении качества плодов вида [4, 14, 19]. В то же время морфологические показатели крон, являющиеся особо важными в лесоводственных и общебиологических исследованиях и зависящие от высоты

произрастания над уровнем моря, от условий под пологом леса и на полянах, только отмечены в литературе, но не изучены [3, 14].

Значительный интерес для биологических исследований представляет изучение морфологического разнообразия вида, которое выражается количественными показателями [2, 6, 31]. В целях их оценки используется ряд критериев, и, как отмечается в литературе, выбирает эти критерии сам исследователь [2]. Одним из таких критериев является индекс разнообразия, в отличие от других критериев его возможно применять для комплексной оценки количественных и качественных показателей одновременно [4, 10].

В отношении лещины, произрастающей в горных условиях, подобных исследований выполнено недостаточно, а они актуальны для лесной, общебиологической науки и требуют внимания ученых.

Цель работы – изучение особенностей значимых морфологических параметров крон плодоносящих растений лещины, оценка их биологического разнообразия на различных высотах, под пологом леса и на полянах в горных районах Северо-Западного Кавказа для последующего выявления лесохозяйственных и экологических функций этого растения, отбора декоративных и других хозяйственно-ценных форм.

#### *Объекты и методы исследования*

Объектом исследования являлись растения лещины, вступившие в стадию плодоношения (возрастом 7–8 лет и старше), произрастающие в подлеске дубово-буковых лесов на высоте 450...600 м над ур. м. и буково-пихтовых – на высоте 1300...1500 м над ур. м., а также на находящихся рядом полянах. Под пологом особи располагались единично с плотностью 15–25 шт./га, на полянах – по 5–10 шт./га, единично или группами. В каждом условии изучено по 50 экземпляров, всего 200 растений. Для расчетов в однотипные выборки объединяли по 100 кустов лещины. Работы выполнены в 2017–2020 гг.

Диаметры стволов на высоте 0,5 м измеряли мерной вилкой, высоту куста – высотомером; диаметры кроны и основания куста – мерной лентой, численность побегов – методом сплошного пересчета. Для сравнимости результатов у многолетних растений использованы материалы полевых исследований 2019 г. Индекс разнообразия оценивали по значению относительной энтропии согласно методике [4, 10]:

$$IR = E = \frac{H}{H_{\max}},$$

где  $IR$  – индекс разнообразия;  $E$  – относительная энтропия распределения;  $H$  – вычисленная энтропия распределения;  $H_{\max}$  – максимальная энтропия для данного распределения.

Относительную энтропию для количественных показателей определяли при 10 классах разбиения массива данных; для качественных (форма и густота кроны) – при 3, устанавливаемых по методике госсортоиспытания [5, 8]. Морфологическое разнообразие отдельно для количественных и качественных показателей оценивали согласно методике [10] по уравнению

$$IR = \frac{\sum E_j}{n},$$

где  $IR$  – индекс разнообразия количественных (качественных) показателей;  $E_j$  – относительная энтропия показателя;  $n$  – общее число показателей.

В связи с разным разбиением количественных и качественных показателей общее разнообразие крон определяли путем их объединения в 86 классов. Размер классов соответствовал предшествующим значениям, принятым при первичной оценке конкретного показателя. Согласно методике Сухоруких–Бигановой в качестве существенного принималось различие между индексами разнообразия в 10 % и более [10].

Силу связи показателей устанавливали на основе известной классификации [18]: до  $|\pm 0,3|$  – связь практически отсутствует;  $|\pm 0,3| \dots |\pm 0,5|$  – связь слабая;  $|\pm 0,5| \dots |\pm 0,7|$  – связь умеренная;  $|\pm 0,7| \dots |\pm 1,0|$  – связь сильная.

Обработку данных проводили с использованием программы Stadia 8.0/prof. для Windows.

### *Результаты исследования и их обсуждение*

*Диаметр наибольшего ствола в кусте.* В лучших местах произрастания растения развивают больший диаметр [7, 14]. В условиях, складывающихся на высоте 1300...1500 м над ур. м., этот показатель был достоверно выше на 1,72 см по сравнению с показателем на высоте 450...600 м над ур. м. ( $t_{\text{факт}} = 3,52$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). Такое различие связано с лучшими условиями увлажнения находящихся выше горных территорий, где выпадает 1200–2000 мм осадков, по сравнению с условиями нижележащих участков, где сумма годовых осадков составляет 800–1000 мм [13, 20, 24].

Различие диаметра у растений, произрастающих в лесу и на поляне, на 0,22 см оказалось несущественным ( $t_{\text{факт}} = 0,44$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). Диаметр основного ствола имеет тесную связь со средним диаметром трех наибольших стволов, умеренную по силе – с высотой и диаметром кроны, с остальными показателями – слабую или практически отсутствующую.

Отличие индексов разнообразия незначимо и составило по высотам 9,59 %, по условиям «лес – поляна» – 1,76 %.

*Средний диаметр трех наибольших стволов в кусте.* На 3–4-й год у лещины обычно появляется поросль, образующая куст [7, 12]. С течением времени снижается интенсивность роста основного ствола в высоту и начинается его постепенное отмирание сверху вниз [12]. При этом другие побеги продолжают интенсивно расти и имеют лучшее развитие по диаметру, поэтому оценить общую продуктивность стволиков целесообразно по нескольким стволам: желательный минимум составляет три, так как обычно это количество появляется в первые годы. У плодоносящих растений на высоте 1300...1500 м над ур. м. средний диаметр превышал на 1,73 см аналогичные показатели кустов на высотах 450...600 м над ур. м. ( $t_{\text{факт}} = 4,08$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ), что связано с неодинаковым увлажнением. Различие показателей в лесу и на поляне составило 0,12 см и было несущественным ( $t_{\text{факт}} = 0,27$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ).

Отмечена сильная корреляционная связь среднего диаметра трех наибольших стволов со средними диаметрами основного ствола, кроны и высотой куста. С остальными показателями связь от умеренной до слабой, с численностью побегов до 4 лет она практически отсутствует. Разнообразие признака значимо различается по высотам – 10,67 %, по условиям «лес – поляна» не превышает критического и равно 5,96 %.

*Высота куста.* В естественной популяции лещины обыкновенной средняя высота плодоносящих кустов в различных местах имела близкие значения, а превышение в 0,10 м на высоте 450...600 м было недостоверным ( $t_{\text{факт}} = 0,35$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). Высота особей, произрастающих под пологом леса, оказалась больше высоты растений на поляне на 0,36 м, но отличие статистически недостоверно при уровне значимости 0,05 ( $t_{\text{факт}} = 1,30$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). Это можно объяснить тем, что при достижении максимума прироста центральные стволы приобретают наклонную форму и у лещины наблюдается «уплощение» кроны, а прирост диаметров стволов продолжается до гибели дерева [7, 12]. Подобное наблюдалось нами повсеместно во время экспедиционных работ.

Высота имеет сильную корреляционную связь со средним диаметром трех наибольших стволов, умеренную – с диаметрами наиболее крупного ствола и кроны, от умеренной до практически отсутствующей – с остальными показателями. Морфологическое разнообразие высоты куста значимого различия по высотам и условиям «лес – поляна» не имело и составило соответственно 6,86 и 1,28 %.

*Средний диаметр кроны куста.* Плодоносящие растения на высоте 1300...1500 м над ур. м. имели достоверно большие на 0,74 м средние диаметры кроны ( $t_{\text{факт}} = 2,60$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). Это указывает на лучшие условия произрастания для лещины обыкновенной в верхней части рельефа. В лесу диаметр кроны был меньше на 0,67 м по сравнению с диаметром кроны растений, произрастающих на поляне ( $t_{\text{факт}} = 2,31$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). Данная особенность обусловлена более оптимальным световым режимом и отсутствием конкуренции со стороны остальных древесных и кустарниковых растений на открытых площадях, что характерно и для других видов [1, 16].

Средний диаметр кроны сильно коррелирует со средним диаметром трех наибольших стволов, умеренно – с диаметром наибольшего ствола, основания куста, его высотой и численностью побегов старше 4 лет, слабо – с общей численностью побегов в кусте, практически незначимо – с численностью побегов возрастом до 4 лет.

Различие индексов разнообразия было незначимым и составило для высот 6,03 %, для условий «лес – поляна» – 3,45 %.

*Средний диаметр основания куста.* Кусты лещины, произрастающие на разных высотах, имели близкие значения данного признака, отличие в 0,07 м несущественно ( $t_{\text{факт}} = 1,24$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). На полянах, где наблюдаются лучшие для развития поросли световой и температурный режимы, диаметр основания оказался достоверно выше на 0,13 м ( $t_{\text{факт}} = 2,30$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). Средний диаметр основания куста имел умеренную по силе связь с общим количеством побегов в кусте, численностью побегов старше 4 лет и средним диаметром кроны. С остальными показателями наблюдалась слабая связь. Значимое разнообразие среднего диаметра основания куста установлено для условий «лес – поляна»: на открытых площадях индекс разнообразия выше на 19,48 %; на разных высотах он значимо не отличался и составил 4,23 %.

*Количество побегов возрастом более 4 лет.* Плодоношение у лещины обычно наблюдается на побегах возрастом 4 года и старше. Их среднее количество на высоте 1300...1500 м над ур. м. было больше на 2,71 шт. по сравнению с количеством на низких высотах ( $t_{\text{факт}} = 3,91$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). Очевидно,

это связано с лучшим увлажнением высотных территорий при относительно мягком климате. На полянах, где складываются более благоприятные условия освещения и температуры, кусты лещины в среднем дали потенциально плодоносных побегов больше на 1,21 шт. ( $t_{\text{факт}} = 1,69$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ), чем лещины под пологом леса.

Численность побегов возрастом более 4 лет имеет сильную статистическую связь с общим количеством побегов (56,25 %), умеренную – с диаметром горизонтальной проекции кроны, средним диаметром основания куста и средним диаметром трех наибольших стволов, слабую – с диаметром наиболее крупного ствола и высотой куста, практически отсутствующую – с численностью побегов возрастом до 4 лет.

Морфологическое разнообразие данного признака на 21,18 % существенно больше в высокогорных местностях, чем в лежащих ниже. На полянах превышение составило 10,13 % по сравнению с морфологическим разнообразием признака в лесу.

*Количество побегов возрастом до 4 лет.* Образующаяся молодая поросль возрастом до 4 лет служит резервом для замещения плодоносных побегов [7, 12, 20]. На высоте 1300...1500 м над ур. м. средняя численность побегов моложе 4 лет была выше на 1,35 шт./куст, чем на территориях, расположенных ниже, но не имела статистического различия при уровне значимости 0,05 ( $t_{\text{факт}} = 0,47$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). На полянах, где складываются лучшие условия освещения по сравнению с условиями под пологом леса, количество таких побегов было достоверно большим на 2,58 шт. ( $t_{\text{факт}} = 2,73$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ).

Данный показатель практически не имеет статистической связи со всеми изучаемыми признаками, исключение составляет площадь основания куста, индекс детерминации которой – 0,20.

Индекс разнообразия у лещин на полянах отличается от индекса разнообразия у лещин лесных участков на значимую величину – 12,36 %. В верхней части территории по сравнению с нижней превышение составляет 4,76 %, что несущественно.

*Общее количество побегов в кусте.* Для территорий, занимающих разное положение по высоте над уровнем моря, среднее общее количество побегов в кусте повторяет тенденцию наличия побегов возрастом более 4 лет. На участках верхней зоны по сравнению с нижней численность побегов выше на 3,06 шт./куст, разность статистически достоверна ( $t_{\text{факт}} = 2,74$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ). На поляне суммарная численность побегов (возрастом до 4 лет и старше) больше на 3,79 шт./куст ( $t_{\text{факт}} = 2,95$ ;  $t_{\text{ст}} = 1,67$ ), чем в лесу. Для равнинных условий на вырубках это отмечают и другие авторы [8].

Показатель имеет сильную связь с численностью побегов до 4 лет и старше, умеренную – с диаметром основания кустов, слабую – с диаметром кроны и средним диаметром одного из трех наибольших стволов, практически отсутствующую – с диаметром наибольшего ствола и высотой куста.

Разнообразие кустов по численности побегов между высотами произрастания составляет 9,48 %, что несущественно. На полянах оно значимо выше (11,90 %) по сравнению с условиями под пологом леса.

Полученные данные сведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Средние значения морфологических показателей крон лещины, произрастающей на разных высотах над уровнем моря  
и в различных лесорастительных условиях**

Показатель	450...600 м над ур. м		1300...1500 м над ур. м		Лес		Поляна	
	$X_{cp} \pm m$	<i>IR</i>	$X_{cp} \pm m$	<i>IR</i>	$X_{cp} \pm m$	<i>IR</i>	$X_{cp} \pm m$	<i>IR</i>
Диаметр наибольшего ствола в кусте, см	7,42±0,32	0,68	9,14±0,37	0,75	8,15±0,37	0,74	8,37±0,33	0,73
Высота куста, м	7,17±0,22	0,81	7,07±0,18	0,75	7,31±0,21	0,78	6,95±0,18	0,77
Диаметр кроны, м	5,97±0,18	0,81	6,71±0,22	0,86	6,22±0,21	0,87	6,89±0,20	0,84
Диаметр основания куста, м	0,78±0,04	0,71	0,85±0,04	0,68	0,75±0,04	0,62	0,88±0,04	0,77
Средний диаметр трех наибольших стволов в кусте, см	6,14±0,24	0,67	7,87±0,35	0,75	6,93±0,32	0,75	7,05±0,30	0,71
Побег возрастом более 4 лет, шт.	9,84±0,38	0,67	12,55±0,58	0,85	10,55±0,43	0,72	11,76±0,57	0,80
Побег возрастом до 4 лет, шт.	7,39±0,53	0,84	7,74±0,52	0,80	6,78±0,50	0,78	9,36±0,80	0,89
Общее количество побегов в кусте, шт.	17,23±0,70	0,73	20,29±0,87	0,80	17,33±0,71	0,74	21,12±1,07	0,84

Примечание:  $X_{cp}$  – среднее значение показателя; m – ошибка среднего значения.

Таблица 2

**Корреляция морфологических показателей крон лещины (коэффициент ранговой корреляции Спирмена)**

Показатель	Диаметр наибольшего ствола в кусте, см	Высота куста, м	Диаметр кроны, м	Диаметр основания куста, м	Средний диаметр трех наибольших стволов в кусте, см	Побеги возрастом более 4 лет, шт.	Побеги возрастом до 4 лет, шт.	Общее количество побегов в кусте, шт.
Диаметр наибольшего ствола в кусте, см	1							
Высота куста, м	0,67	1						
Диаметр кроны, м	0,67	0,56	1					
Диаметр основания куста, м	0,47	0,31	0,54	1				
Средний диаметр трех наибольших стволов в кусте, см	0,91	0,73	0,70	0,50	1			
Побеги возрастом более 4 лет, шт.	0,46	0,37	0,57	0,60	0,56	1		
Побеги возрастом до 4 лет, шт.	-0,01	-0,14	0,06	0,44	-0,02	0,18	1	
Общее количество побегов в кусте, шт.	0,29	0,15	0,40	0,67	0,35	0,75	0,76	1

*Густота и форма кроны, оценка индексов разнообразия.* Соотношение качественных показателей: густоты, формы кроны и индексов разнообразия для различных условий – представлено на рис. 1, 2.

Как следует из рис. 1, 2, оба показателя у лещины не зависят от высоты произрастания над уровнем моря (для формы кроны  $t_{\text{факт}} = 0,84$ ;  $t_{\text{ст}} = 7,82$ ; для густоты  $t_{\text{факт}} = 3,18$ ;  $t_{\text{ст}} = 7,82$ ). Морфологическое разнообразие также не имеет существенного отличия и составило для формы крон 8,97 %, для густоты – 7,07 %.

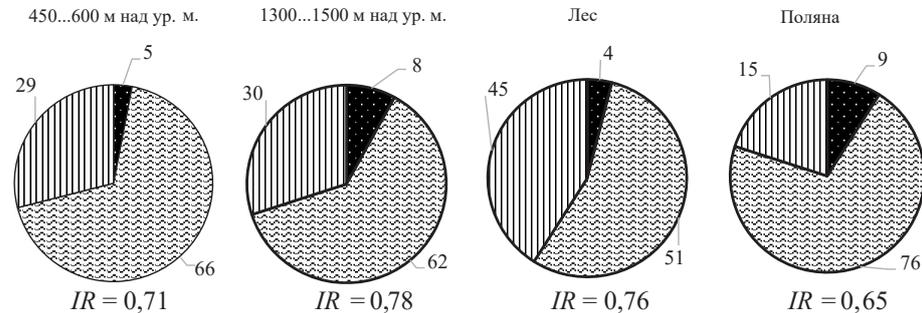


Рис. 1. Форма кроны у растений лещины, произрастающих в различных условиях: – округлая крона; – раскидистая крона; – прямая крона

Fig. 1. Crown shape of hazel plants growing in various conditions: – rounded; – spreading; – upright

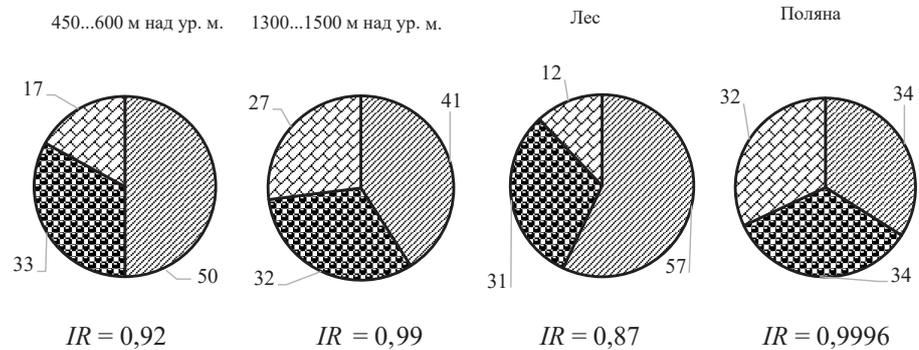


Рис. 2. Густота кроны у растений лещины, произрастающих в различных условиях: – редкая крона; – крона средней густоты; – густая крона

Fig. 2. Crown density of hazel plants growing in various conditions: – scarce; – medium density; – thick

Иное наблюдается в условиях «лес – поляна». В лесу, где освещенность ниже, у лещины прямостоящих крон на 30 % больше, раскидистых на 25 % меньше ( $t_{\text{факт}} = 21,84$ ;  $t_{\text{ст}} = 7,82$ ), чем на поляне. Отличие связано с тем, что на полянах размер кроны на 10,77 % и число побегов на 21,3 % больше – разрастаясь, кроны и побеги искривляются, чаще образуя крону раскидистой формы. Особей с округлой кроной на лесных и полевых участках 4 и 9 % соответственно.

В лесных условиях при меньшем поступлении световой энергии у растений в 23 % случаев образуется редкая, а в 20 % – густая крона ( $t_{\text{факт}} = 15,04$ ;  $t_{\text{ст}} = 7,82$ ). Снижение густоты крон под пологом леса отмечается у различных видов и другими авторами [1, 15]. Соотношение крон средней густоты у лещины в рассматриваемых случаях было примерно одинаковым.

Индексы разнообразия в обоих случаях существенно различаются и составили для формы крон 14,47 %, для густоты – 14,97 %.

В целом по комплексу количественных показателей морфологическое разнообразие для высоты 450...600 м над ур. м. составляет 0,74, для высоты 1300...1500 м над ур. м. – 0,78; для полян – 0,80, под пологом леса – 0,76. Несущественное отличие в первом случае составило 5,13 %, во втором – 5 %.

По качественным показателям индекс разнообразия для меньшей высоты равен – 0,815, для большей – 0,885. Различие в 7,91 % несущественно. Под пологом леса показатель равен 0,815, на полянах – 0,825. Отличие в 1,21 % незначительно.

Рассчитанный по объединенным выборкам обобщенный индекс морфологического разнообразия крон для высоты 450...600 м над ур. м. составил 0,86, для 1300...1500 м над ур. м. – 0,88; для условий леса – 0,87, поляны – 0,89. Различие, в первом случае на 2,27 %, во втором – на 2,24 %, было незначимо.

### *Выводы*

1. На высоте 1300...1500 м над ур. м. в условиях лучшего увлажнения по сравнению с участками, расположенными на высоте 450...600 м над ур. м., лещина имеет статистически достоверное лучшее развитие наибольшего ствола, большие средние диаметры трех основных стволов, кроны, количество побегов старше 4 лет, общее количество побегов в кусте. Высота кустов, средний диаметр их основания, численность побегов возрастом до 4 лет, форма и густота крон при уровне значимости 0,05 достоверных отличий не имели.

2. На полянах в условиях лучшего освещения по сравнению с условиями, складывающимися под пологом леса, растения лещины развивают больший диаметр кроны и основания куста, имеют превосходящее общее количество побегов до 4 лет и старше. Здесь лещины чаще образуют кусты с раскидистой и густой кроной. Между другими количественными показателями: диаметром наибольшего ствола, высотой куста и средним диаметром трех наибольших стволов – в изучаемых условиях достоверного отличия средних показателей не обнаружено.

3. Сильная корреляционная связь у лещины выявлена между средним диаметром трех наибольших стволов, высотой куста и диаметром наибольшего ствола, а также между общим количеством побегов в кусте и численностью побегов до 4 лет и старше. Практически отсутствует статистическая связь количества побегов возрастом до 4 лет, диаметра наибольшего ствола, среднего диаметра трех наибольших стволов, среднего диаметра крон, высоты куста и количества побегов старше 4 лет, а также общего количества побегов, высоты куста, диаметра наибольшего ствола. Другие изучаемые показатели связаны слабо и умеренно.

4. По высоте над уровнем моря значимо больший индекс разнообразия установлен только на верхних участках для среднего диаметра трех наибольших стволов в кусте лещины и количества побегов старше 4 лет. По остальным морфологическим признакам показатель не имел существенного отличия.

5. У лещины на полянах по сравнению с лещиной под пологом леса наблюдается значимо большее отличие индекса морфологического разнообразия по среднему диаметру основания куста, количеству побегов до 4 лет и старше, общему количеству побегов, густоте крон. По форме крон индекс разнообразия выше у лещин под пологом леса.

6. Обобщенные индексы разнообразия количественных, качественных и общих морфологических признаков кустов лещины не имели существенных от-

личий при сравнении их для различных высот, в условиях под пологом леса и на полянах.

7. Выявленные особенности крон позволят спрогнозировать закономерности развития растений лещины в различных условиях, послужат основой для дальнейшей оценки ее лесохозяйственных и экологических функций, отбора декоративных и других хозяйственно-ценных особей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Арнольд Ф.К. Русский лес. Т. II. Ч. 1-я. СПб.: Изд. А.Ф. Маркса, 1898. 705 с. Arnold F.K. *Russian Forest*. Vol. II. Part 1. Saint Petersburg, Izdaniye A.F. Marksa, 1898. 705 p.
2. Баканов А.И. Количественные методы экологии и гидробиологии: сб. науч. тр., посвящ. памяти А.И. Баканова / отв. ред. Г.С. Розенберг. Тольятти: НЦ РАН, 2005. 404 с. Bakanov A.I. *Quantitative Methods of Ecology and Hydrobiology. Collection of Academic Papers Dedicated to the Memory of A.I. Bakanov*. Ed. by G.S. Rosenberg. Togliatti, SC RAS Publ., 2005. 404 p.
3. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Исущева Т.А. Полиморфизм крон лещины обыкновенной в природной популяции // Новые технологии. 2020. № 1. С. 115–123. Biganova S.G., Sukhorukov Yu.I., Isushcheva T.A. Polymorphism of Common Hazel Crown in Natural Population. *Novye tehnologii* [New technologies], 2020, no. 1, pp. 115–123. DOI: <https://doi.org/10.24411/2072-0920-2020-10112>
4. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Кулик К.Н., Кулик А.К. Разнообразие орехов лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) и прогноз встречаемости ее форм на Северо-Западном Кавказе // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 3. С. 55–71. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Kulik K.N., Kulik A.K. Diversity of Common Hazelnuts (*Corylus avellana* L.) and Occurrence Forecast of Its Forms in the North-Western Caucasus. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2020, no. 3, pp. 55–71. DOI: <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2020-3-55-71>
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. V. Плодовые, ягодные, субтропические, цитрусовые, орехоплодные культуры, виноград и чай. М.: Колос, 1970. 160 с. *Procedure for State Variety Testing of Agricultural Crops*. Iss. V. Fruit, Berry, Subtropical, Citrus, Nut-Bearing Crops, Grapes and Tea. Moscow, Kolos Publ., 1970. 160 p.
6. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Голуб В.Б., Хазиахметов Р.М. Экологическая классификация видов растений // Журн. общей биологии. 2018. Т. 79, № 1. С. 64–75. Mirkin B.M., Naumova L.G., Golub V.B., Khaziakhmetov R.M. Ecological Classifications of Plant Species. *Zhurnal obshchey biologii* [Journal of General Biology], 2018, vol. 79, no. 1, pp. 64–75.
7. Осипов В.Е. Лещина. М.: Агропромиздат, 1986. 63 с. Osipov V.E. *Hazel*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986. 63 p.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Рос. акад. с.-х. наук. Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур; под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с. *Program and Methods of Varietal Study of Fruit, Berry and Nut-Bearing Crops*. Russian Academy of Agricultural Sciences. All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crops Breeding. Ed. by E.N. Sedov, T.P. Ogol'tsova. Orel, VNIISPK Publ., 1999. 606 p.
9. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / под ред. Е.А. Егорова. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с. *Program of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making for the Period up to 2030*. Ed. by E.A. Egorov. Krasnodar, FSBSI NCFSCSHVW Publ., 2013. 202 p.
10. Свидетельство № 2019620438 РФ о регистрации базы данных. Модели для оценки биоразнообразия на основе относительной энтропии: № 2019620349:

заявл. 4.03.2019: опубл. 20.03.2019 / С.Г. Биганова, Ю.И. Сухоруких. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I. *Models for the Assessment of Biodiversity on the Basis of Relative Entropy*. Certificate of Registration of the Database RF no. RUS 2019620438, 2019.

11. Семенютина А.В., Свинцов И.П., Кулик К.Н., Петров В.И. Научные основы интродукции древесных видов методом родовых комплексов для обогащения дендрофлоры многофункциональных лесомелиоративных насаждений // Междунар. науч. школа «Парадигма»: сб. науч. ст. Т. 8: Биология. Химия. Земеделие. Варна: ЦНИИ «Парадигма», 2015. С. 167–189. Semeniyutina A.V., Svintsov I.P., Kulik K.N., Petrov V.I. Scientific Basis for the Introduction of Woody Species by Generic Complexes to Enrich Dendroflora Multipurpose Agroforestry Plantations. *International Scientific School "Paradigm": Collection of Academic Papers. Vol. 8: Biology. Chemistry. Arable Farming*. Varna, TsNII "Paradigma" Publ., 2015, pp. 167–189.

12. Серебряков И.Г., Доманская Н.П., Родман Л.С. О морфогенезе жизненной формы кустарника на примере орешника // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд.: Биологический. 1954. Т. LIX(2). С. 57–70. Serebryakov I.G., Domanskaya N.P., Rodman L.S. On the Morphogenesis of Bush Life Form Using Hazel as an Example. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskii* [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series], 1954, vol. LIX(2), pp. 57–70.

13. Средние месячные и годовые температуры воздуха в Майкопе. Справочно-информационный портал «Погода и климат». Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/37021.htm> (дата обращения: 18.02.22). Average Monthly and Annual Air Temperatures in Maykop. *Information and Reference Portal "Weather and Climate"*.

14. Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г., Уджуху М.И., Орлов Б.П., Трушева Н.А., Черноштанов Н.А. Лесные плодовые виды Северо-Западного Кавказа. Т. 1. Кизил, лещина, облепиха, орех грецкий. Майкоп: Качество, 2010. 192 с. Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G., Udzhukhu M.I., Orlov B.P., Trusheva N.A., Chernoshtanov N.A. *Forest Fruit Species of the North-Western Caucasus*. Vol. 1. Cornel, Hazel, Sea Buckthorn and Common Walnut. Maykop, Kachestvo Publ., 2010. 192 p.

15. Тимофеев Т.И., Муратов В.А. Пищевые продукты и биологически активные добавки из орехов фундука современных сортов. Краснодар: КубГУ, 2017. 175 с. Timofeyenko T.I., Muratov V.A. *Food Products and Dietary Supplements of Hazelnuts of Modern Varieties*. Krasnodar, KubSU Publ., 2017. 175 p.

16. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. 2-е изд. / под ред. И.С. Мелехова. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 600 с. Tkachenko M.E. *General Forestry*. Ed. by I.S. Melekhov. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1952. 600 p.

17. Хужахметова А.Ш., Семенютина А.В. Перспективы возделывания фундука в защитных лесонасаждениях // Земледелие. 2008. № 6. С. 16–17. Khuzhakhmetova A.Sh., Semeniyutina A.V. Prospects for Cultivation of Hazelnuts in Protective Forests. *Zemledelie*, 2008, no. 6, pp. 16–17.

18. Шмойлова Р.А., Минашкин В.Г., Садовникова Н.А., Шувалова Е.Б. Теория статистики. 4-е изд., перераб и доп. / под ред. Р.А. Шмойловой. М.: Финансы и статистика, 2004. 656 с. Shmoylova R.A., Minashkin V.G., Sadovnikova N.A., Shuvalova E.B. *Theory of Statistics*. Ed. by R.A. Shmoylova. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2004. 656 p.

19. Щеглов Н.И., Щеглов С.Н., Кассанелли Д.П. Изменчивость морфологических признаков в природной популяции лещины обыкновенной (*Corylus avelana* L.) // Тр. КубГАУ. 2013. № 41. С. 112–114. Shcheglov N.I., Shcheglov S.N., Kassanelly D.P. Variability of Morphological Signs in Natural Population of Hazel (*Corylus avelana* L.). *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2013, no. 41, pp. 112–114.

20. Щепотьев Ф.Л., Рихтер А.А., Павленко Ф.А., Молотков П.И., Кравченко В.И., Ирошников А.И. Орехоплодовые лесные культуры. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 256 с. Shchepot'yev F.L., Rikhter A.A., Pavlenko F.A., Molotkov P.I., Kravchenko V.I., Iroshnikov A.I. *Nut-Bearing Crops*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1978. 256 p.

21. Blagoeva E., Nikolova M. Chemical Composition of Selected Hazelnut Cultivars. *Rastenievadni nauki* [Bulgarian Journal of Crop Science], 2009, vol. 46, no. 1, pp. 85–88.
22. Blagoeva E., Nikolova M., Kuzmanova I., Denev R., Panayotova S., Marekov I., Momchilova S. Fat Content and Fatty Acid Composition of Walnuts and Hazelnuts, Grown in Bulgaria. *Rastenievadni nauki* [Bulgarian Journal of Crop Science], 2011, vol. 48, no. 1, pp. 111–114.
23. Bostan S.Z. Important Chemical and Physical Traits and Variation in These Traits in “Tombul” Hazelnut Cultivar at Different Elevations. *Grasas y Aceites*, 2003, vol. 54, fasc. 3, pp. 234–239. DOI: <https://doi.org/10.3989/gya.2003.v54.i3.236>
24. Bregaglio S., Orlando F., Ascari L., Castagna A., Fabrizi F., Lisperguer M.J., Novara C., Suarez E., De Gregorio T. Preliminary Application of a Simulation Model to Reproduce Hazelnut Development and Growth in Italy, Georgia and Chile. *Acta Horticulturae*, vol. 1226, pp. 189–196. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.28>
25. Contini M., Baccelloni S., Massantini R., Anelli G. Extraction of Natural Antioxidants from Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Shell and Skin Wastes by Long Maceration at Room Temperature. *Food Chemistry*, 2008, vol. 110, iss. 3, pp. 659–669. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.060>
26. Franco S., Marongiu S. A District for Hazelnut Sector: Rural or Agro-Food System? Analysis of National and Regional Laws for the Governance of Monti Cimini (Italy). *Acta Horticulturae*, 2009, vol. 845, pp. 775–782. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.845.122>
27. Korac M., Cerovic S., Golosin B., Korac J., Ninic-Todorovic J., Almasi R., Balaz J. *Leska*. Novi Sad, Technosoft, 2000. 101 p.
28. Mirotadze N., Gogitidze V., Mikadze N., Goginava L., Mirotadze M. Agro-Ecological Zones of Hazelnut in Georgia. *Acta Horticulturae*, 2009, vol. 845, pp. 291–294. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.845.43>
29. Muehlbauer M., Molnar Th. Hazelnuts, a Potential New Crop for the Northeast: An Update on the Rutgers University Breeding Program. *Fruit Notes*, 2014, vol. 79, no. 4, pp. 1–3.
30. Pourbabaei H., Adel M.N. Plant Ecological Groups and Soil Properties of Common Hazel (*Corylus avellana* L.) Stand in Safagashteh Forest, North of Iran. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 2015, vol. 57, no. 4, pp. 245–250. DOI: <https://doi.org/10.1515/ffp-2015-0026>
31. Ricotta C. Through the Jungle of Biological Diversity. *Acta Biotheoretica*, 2005, vol. 53, pp. 29–38. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10441-005-7001-6>
32. Xie M., Zheng J.L., Wang D.M. Achievements and Perspective in Hazelnut Breeding in China. *Acta Horticulturae*, 2014, vol. 1052, pp. 41–43. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1052.4>