Некоторые Морфо-Физиологические Изменения У Каштанолистного Дуба (*Quercus castanefolia*) В Зависимости От Условий Окружающей Среды

С.А. Каримли[1], Г.Э. Гасымова[2], М.А. Ханышова[3], И.В. Азизов[3], Я.М. Фейзиев[3], *К.Г. Гасымов[1,3]

[1]*Ленкоранский государственный университет, ул. Фюзули 170а, Ленкорань, AZ4200, Азербайджан;*
[2]*Институт радиационных проблем НАНА, ул. Б. Вахабзаде, 9, Баку AZ1143, Азербайджан;*
[3]*Институт молекулярной биологии и биотехнологии НАНА, прос. Матбуат, 2а, Баку AZ1073, Азербайджан; *E-mail*: gasimov-k@botany-az.org*

Проведено исследование приспособления каштанолистного дуба к географическим условиям. Показано, что при уменьшении освещенности в *Quercus castanefolia* имеют место некоторые морфологические и физиологические изменения, такие как увеличение количества и размера листьев, изменение количества фотосинтезирующих пигментов и их соотношение, а также активация биохимической защиты от вредных радикалов.

Ключевые слова: *Quercus castanefolia, окружающая среда, интенсивное освещение, хлорофилл, супероксиддисмутаза*

ВВЕДЕНИЕ

Каштанолистный дуб (*Quercus castanetfolia*) является одним из крупнейших древесных растений, распространенных на территории Азербайджана. Это дерево в благоприятных условиях может достигать высоты до 40 м и обычно является первым ярусом леса в местах их произрастания (Qurbanov və İsgəndər, 2015). В Азербайджане, в естественных условиях их обитания, этот вид в основном распространен в Талышской зоне (в равнинной местности и в горных лесах), на Большом Кавказе (Исмаиллинские и Габалинские леса) и также встречается в лесах Хачмаза и Губы (Qurbanov və İsgəndər, 2015; Əsədov və Mirzəyev, 2015). Кроме этого, этот вид был интродуцирован и размножен в других различных горных и пригорных районах Азербайджана, а также и на Абшеронском полуострове.

Поскольку каштанолистный дуб относится к светолюбивым древесным породам, то в случае, если он растет один, дуб сильно разветвляется и имеет широкую крону, а деревья, растущие в густом лесу, имеют меньшую по размерам крону и огромный прямой ствол (Qurbanov və İsgəndər, 2015).

Такие морфологические изменения растений, в зависимости от географического расположения, привлекали внимание ученых уже многие десятилетия назад. Ряд ученых исследовали географическое распространение различных видов и их фитоценологические особенности в зависимости от растительного покрова данной местности (Сеидова, 1999; Seidling 2001; Sudebilige, 2003; Knapp, 2002). Каштанолистный дуб является растением длинного дня (светолюбивым), любит умеренную температуру и большую влажность (Искендеров, 1987, 1989; Qurbanov və İsgəndər, 2015). При высокой температуре и уменьшении влаги его листья постепенно повреждаются, меняют окраску и опадают. Этот вид относится к мезофитам, и его температурный предел составляет от 25 до 31ºC, а летальная температура находится в пределах 50-55°C.

Каштанолистный дуб является одним из лучших древесных растений, наряду с кленом и красной сосной, для лесонасаждения с целью улучшения почвы и обогащения ее органическим углеродом, а также для улучшения окружающей среды (Kooch et al., 2012). Кроме того, экстракты каштанолистного дуба имеют сильный антипатогенной эффект (Bahador and Baserisalehi, 1911), и поэтому широко используются в пчеловодстве против патогенных инфекций.

Недавние исследования о влиянии сорняков, затенения и ирригации на выживание и рост каштанолистного дуба показали, что на рост молодой поросли этого огромного дерева сильно влияет недостаток света и сорная растительность (Mirzaei et al., 2007; Jalali et al., 2007).

В данной работе было проведено исследование некоторых морфометрических и физиологических изменений каштанолистного дуба в Талышском регионе Азербайджана в зависимости от географического распространения и расположения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования являлись листья каштанолистного дуба, собранные с деревьев,

растущих в Гирканском заповеднике и Ханбуланском нагорье. Сорванные с деревьев листья были немедленно завернуты в мокрую ткань и перенесены на лед, и до анализа сохранялись в холодильнике при температуре 3-4ºС.

Размеры листьев были измерены по максимальной длине и ширине. Отбор листьев производился по окружности кроны. Средняя проба составляла по100 листьев, отобранных с черенками на высоте 2,0 – 2,5 метра от уровня почвы. Во всех случаях пробы отбирались в утренние часы в одно и то же время суток.

Содержание хлорофилла определяли на спектрофотометре (Multiscan GO, Германия) по модифицированному методу (Гавриленко и др. 1985; Кахнович, 2003). Для экстракции хлорофилла брали по 100 мг свежих листьев с каждой пробы, хлорофилл экстрагировали 95% этанолом. Оптическую плотность раствора определяли спектрофотометрически при 649 нм для хлорофилла ***b***, и при 665 нм для хлорофилла ***a*** при комнатной температуре против 95% этанола. Концентрацию хлорофилла в растворе рассчитывали по формуле Арнона.

Определение активности супероксиддисмутазы (СОД) было проведено по методу Сирота (Сирота, 2000), модифицированному Ми Кордом и Фридовичем (MeCord, Fridovich, 1969) и Мисра и Фридовичем (Misra, Fridovich, 1972).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Материалы были собраны в Гирканском заповеднике, на высоте 20-25 м ниже уровня моря и Ханбуланском нагорье, на высоте 220-250 м над уровнем моря. Листья каштанолистного дуба были собраны с нижних ярусов деревьев, расположенных в разных условиях солнечной освещенности, в зависимости от расположения деревьев.

I. Листья отбирались с деревьев, растущих в группе в Гирканском заповеднике, с нижнего яруса северной части дерева с меньшей освещенностью природным светом;

II. Листья отбирались с деревьев, растущих в глубине леса в Гирканском заповеднике, с нижнего яруса северной части дерева с меньшей освещенностью природным светом;

III. Листья отбирались с деревьев, растущих в более открытой части леса в Гирканском заповеднике, с нижнего яруса южной части деревьев с большей освещенностью;

IV. Листья отбирались с деревьев, растущих в глубине леса в Гирканском заповеднике, с нижнего яруса на северной части деревьев с меньшей освещенностью природным света;

V. Листья отбирались в Гирканском заповеднике, с нижнего яруса южной части одиноко растущего в открытой местности дерева, с достаточно высокой освещенностью;

VI. В Ханбуланском нагорье, на высоте 220-250 м выше уровня моря. Листья были взяты с нижнего яруса северной части деревьев, растущих в глубине леса с меньшей освещенностью.

VII. В Ханбуланском нагорье, на высоте220-250 м выше уровня моря. Листья были отобраны с нижнего яруса южной части деревьев, растущих в сравнительно открытой местности с большей освещенностью.

Были измерены длина и ширина 10 листьев с каждого дерева и на основании этого рассчитаны средние значения для каждого дерева. Собранные листья отличались по длине и ширине и их плотности расположения на дереве. В северной части деревьев имелась сильной густота и большие по размерам листья, как показано в таблице 1. Так же проведены анализы по содержанию хлорофиллов *a* и *b* и определено их соотношение в листьях. Экстракция хлорофиллов была проведена на этаноле, и измерение проводилось спектрофотометрически.

Полученные результаты показаны в таблице 1. Как видно из приведенных данных, листья, собранные в глубине леса (I, II, III и VI), больше по размеру (19.7×9.0, 19.6×8.0, 19.8×10.0 и 16.9×7.5, соответственно), чем листья одиноких деревьев или же с деревьев с большей освещенностью (IV, V и VII – 13.8×5.8, 13.5×3.6 см и 14.2×7.0 см, соответственно). Соотношение хлорофилла а и *b* также уменьшалось с 2.41 и 2.44 до 2.16, и в 1.96 раза в листьях, собранных из северной части дерева. В некоторых вариантах, количество хлорофилла *a* почти оставалось неизменным, а изменение соотношение хлорофилла *a* и *b* произошло за счет увеличения количества хлорофилла *b*.

В исследованиях были проведены анализы анатомических структур у собранных листьев. Для этого были подготовлены срезы из середины листьев каждого образца, и проведен их микроскопический анализ. Анализы были проведены на флуоресцентном микроскопе ”Fluorescent Biological Microscope DMS-854”, что позволило определить ультрагистологические изменения в структуре листьев каштанолистного дуба.

Сравнение микрофотографий срезов показано на рисунке 1. Значительные изменения наблюдаются в анатомической структуре листьев по размеру и расположению клеток. Изменение толщины верхнего и нижнего эпидермиса листьев и изменения количества устьиц, измене-

Таблица 1. Показатели размеров листьев и количества хлорофиллов ***a*** и ***b,*** и их соотношение в листьях, собранных из частей деревьев с разной освещенностью солнечным светом

Листья с разных деревьев	Размеры листьев: длина×ширина, см	Количество Хл*a*в мг/кг на сырую массу	Количество Хл*b* в мг/кг на сырую массу	Суммарный хлорофилл в мг/кг на сырую массу	Отношение Хл*a* /Хл*b*
I	19.7×9.0 ±2.1×2.0	13.80	6.99	20.79	1.974
II	19.6×10.1 ± 2×1.5	12.99	5.91	18.90	2.20
III	18.1×8.0 ±1.8×1.2	13.13	5.76	18.89	2.28
IV	19.8×10.8±1.7×1.6	12.96	5.69	18.948	2.29
V	13.5×3.6±1.5×0.9	13.52	5.61	19.132	2.41
VI	16.9×8.5±1.1×1.0	11.07	5.14	16.209	2.16
VII	14.2×7.0±1.7×0.7	13.01	5.33	18.359	2.44

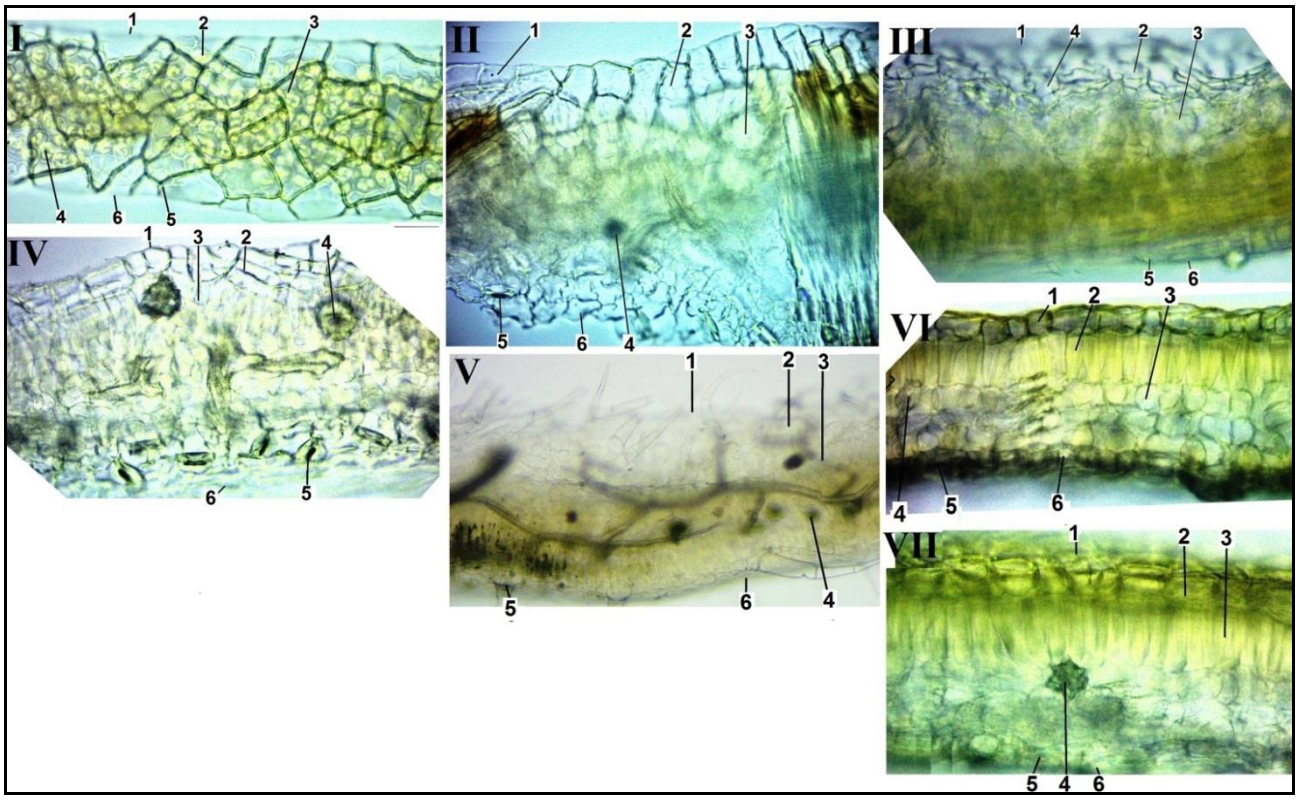

Рисунок 1. Анатомические структуры листьев каштанолистного дуба в зависимости от географического расположения: 1 – верхний эпидермис; 2 – палисадная паренхима; 3 – губчатые мезофиллы; 4 – друзы; 5 – устьица; 6 – нижняя паренхима.

ния в структуре клеток, закрывающих устьица, зависят от географического расположения, как деревьев, так и листьев. На основе гистологических исследований в отдельных образцах, были выявлены изменения в структуре палисадной паренхимы. Палисадная паренхима в образцах из глубины леса и северной части кроны дерева сравнительно толще, чем в листьях, взятых из кроны южной части деревьев и у одиноко растущего дерева.

В образцах I, II, IV и VI, в условиях ограниченной освещенности, клетки палисадной паренхимы и губчатые мезофильные клетки, в сравнении с образцами III, V и VII, находящимися в условиях большей освещенности, были значительно крупнее (рис. 1). Изменения в размерах и формах клеток губчатого мезофилла показывают, что в зависимости от географического расположения листьев клетки адаптируют свою структуру к условиям произрастания.

В исследованиях было проведено также измерение активности супероксиддисмутазы в листьях, собранных с деревьев различной освещенности природным светом. Результаты измерений показаны на рисунке 2. Как видно из рисунка, сильное ингибирование наблюдается в I, II, IV и VI образцах, с наименьшей освещенностью листьев, а сравнительно меньшее ингибирование наблюдается в образцах III и VII, где листья были менее интенсивно освещены. В образце V, одиноко растущего дерева с максимальной освещенностью, наблюдается наименьшее ингибирование СОД.

Если обратить внимание на все три изученных параметра, то видно, что каштанолистный дуб приспосабливает морфологию и физиологию

листьев к условиям произрастания. Каштанолистный дуб, как и все другие растения, является неподвижным организмом, поэтому при изменении окружающей среды он приспосабливается к среде посредством изменения многочисленных морфологических и физиологических параметров. Когда светолюбивые растения растут в тени при недостаточной освещенности (солнечного света), они характеризуются большим количестом листьев и их крупными размерами (Mirzaei et al., 2007). Таким образом, они имеют большую листовую поверхность, улавливающую солнечный свет для нормальной интенсивности процесса фотосинтеза. Все четыре варианта проб (I, II, IV и VI), собранных в глубине леса и с северной части дерева, имеют сравнительно большие листья и, соответственно, большую светоулавливающую поверхность, что обеспечивает их потребность в свете.

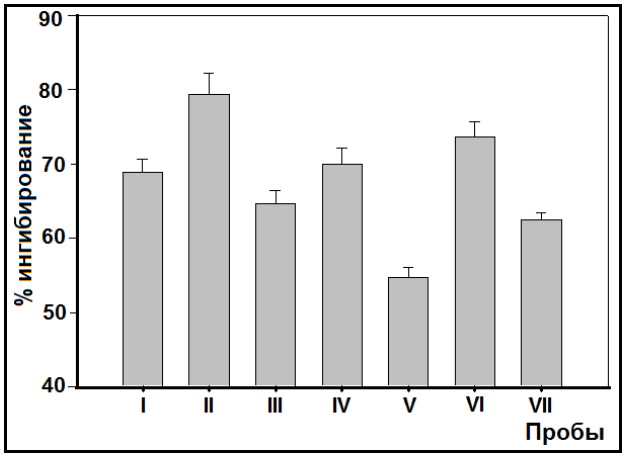

Рисунок 2. Вариация активности супероксиддисмутазы в различных образцах листьев. Варианты листьев были собраны с различных частей деревьев различного географического расположения.

Такую же корреляцию можно наблюдать при измерении количества хлорофиллов *a* и *b* и их соотношений в исследованных образцах. В образцах III, V и VII, где больше освещенность, соотношение хлорофиллов *a*/*b* является высоким, что соответствует количеству хлорофилла *a* и *b*. А при недостаточности света (в образцах I, II, IV и VI) количество хлорофилла *b* увеличивается, и, соответственно, соотношение *a*/*b* уменьшается. Это показывает, что при недостаточной освещенности, количество хлорофилла *b* в светособирающих комплексах антенн фотосистем увеличивается, что обеспечивает реакционный центр интенсивным светом. Это соответствует тому, что растения, растущие в тени, накапливают больше хлорофиллов, чем растущие в условиях большей освещенности (Bjorkman and Powels, 1981; Mohr and Schopfer, 1995), и, соответственно, листья, сформировавшиеся в тени (Рис. 1, I, II, IV и VI), по толщине меньше, чем листья, растущие на свету (рис. 1, III, V и VII).

Таким образом, каштанолистный дуб, растущий на открытой местности или в глубине леса, изменением морфологии своих листьев и некоторых физиологических особенностей приспосабливается к имеющимся условиям. Полученные результаты свидетельствуют о том, что установленные изменения выработаны в процессе эволюции данного вида и носят приспособительный характер к условиям произрастания

БЛАГОДАРНОСТЬ

Благодарим сотрудника Гирканского заповедника Хабиба Рагимова за оказанную помощь при нахождении и сборе материалов, а также заведующего лаборатории Биоинженерии и биотехнологии Института молекулярной биологии и биотехнологии НАНА Тофига Гарагезова за критическое рассмотрение и исправление рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Əsədov K.S., Mirzəyev O.H. (2015) Azərbaycan meşələinin nadir ağac və kolları. *Bakı: Nafta-Press*, 155 s.

Qurbanov M.R., İsgəndər E.O. (2015) Azərbaycanın nadir oduncaqlı bitkilərinin bioekologiyası, çoxaldılması və mühafizəsi. *Bakı: Təhsil, Elm*, 275 s.

Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. (1985) Большой практикум по физиологии растений. *М.: Высш. шк.,* с. 194–196.

Искендеров Э.О. (1987) Цветение м плодоношение некоторых редких и исчезающих древесных растений интрадуцированных на Апшероне. *Известия АН Азерб ССР (серия биол.)*, с. 18-29.

Искендеров Э.О. (1989) Изучение биоэкологических особенностей некоторых редких и исчезающих древесных растений Кавказа на Апшероне. *Дисс. канд.биол.наук.* Баку: 240 с.

Сеидова Г.А. (1999) Некоторые аспекты формирования растительного покрова Апшерона. *Самар. Лука,* **1(№ 9-10):** 230-233.

Сирота Т.В. Способ определения активности супероксиддисмутазы. Патент: G01N33/52, G01N33/68, № 2144674

Фотосинтез (2003) Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов. Авт.-сост. Л.В.Кахнович. Мн.: БГУ, 88 с.

Asada K. (1999). The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **50:** 601-640.

Bahador N., Baserisalehi M. (2011) The effect of *Quercus castaneifolia* extract on pathogenic enteric bacteria. *Anaerobe*, **17(6):** 358-360.

Björkman O., Powles S.B. (1981). Leaf movement in the shade species *Oxalis oregano*. I. Response to light level and light quality. *Carnegie Year Book*, **80:** 59-62.

Fridovich I. (1974) Superoxide dismutases. *Adv. Enzymol. Relat.*, **41(0):** 35-97.

Fryer M.J. (1992) The antioxidant effects of thylakoid Vitamin E (α-tocopherol). *Plant Cell Env.*, **15:** 381-392.

Haupt W. (1990).Chloroplasts movement. *Plant Cell Environ.*, **13:** 595-614.

Jalali Gh.A., Ali-Arab A.R., Tabari M., Akbarinia M.,Hosseini S.M. (2007) Effect of sowing depth on performance of *Quercus castaneifolia* seedling at different levels of canopy cover. *Pak. J.Biol. Sci*., **10(7):** 1020-1027.

McCord J.M., Fridovich I. (1969) Superoxide Dismutase: An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). *J. Biol. Chem*., **244:** 6049-6055.

Knapp S. (2002) Assessing patterns of plant endemism in Neotropical uplands. *Bot. Rev*., **68(1):** 23-37.

Kooch Y., Hosseini S.M., Zaccone C., Jalilvand H., Hojjati S.M. (2012) Soil organic carbon sequestration as affected by afforestation: the Darab Kola forest (north of Iran) case study. *J. Environ Monit*., **14(9):** 2438-46.

Mirzaei J., Tabari M., Daroodi H. (2007) Early growth of *Quercus castaneifolia* (C.A.Meyer) seedlings as affected by weeding, shading and irrigation. *Pak. J. Biol. Sci.*, **10(15):** 2430-5.

Mohr H., Schopfer P. (1995). The leaf as a photosynthetic system. In: *Plant Physiology*, Berlin, Heidelberg and New York: Springer-Verlag, pp. 225-243.

Reddy A.R., Raghavendra A.S. (2006) Photooxidative Stress. In: *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants (*Ed. by K.V.Madhava Rao, A.S. Raghavendra, K.Janardhan Reddy), Springer, Netherlands.

Reddy A.R., Chaitanya, K.V., Vivekanandan M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. Plant Physiol.*, **161:** 1189-1202.

Seidling W. (2001) *Taxusbaccata* und *Ilex acuifolium* – zwei "Atlantiker" in Berliner Waldern. *Verh. Bot. Ver. Berlin und Brandenburg*, **134:** 31-59.

Sudebilige S.K. (2003) Phytogeography of Zelkova (*Ulmaceae*). *Yunnan zhiwuyanjiu (Acta. Bot. Yunnanica)*, **25(2):** 123-128.

Ətraf Mühüt Şəraitindən Asılı Olaraq Şabalıdyarpaq Palıdda (*Quercus castanefolia*) Bəzi Morfo-Fizioloji Dəyişikliklər

S.A. Kərimli[1], G.E. Qasımova[2], M.A. Xanışova[3], İ.V. Əzizov[3], Y.M. Feyziyev[3], K.Q. Qasımov[3]*

[1] *Lənkəran Dövlət Universiteti*
[2] *AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu*
[3] *AMEAMolekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar Institutu*

Şabalıdyarpaq palıdın (*Quercus castanefolia*) çoğrafi şəraitə uyğunlaşması tədqiq olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, işıqlanma dərəcəsinin aşağı düşməsi və ya artması ilə şabalıdyarpaq palıdda, yarpaqların sayının və ölçüsünün artması və ya azalması, fotosintezedici piqmentlərin miqdarında və bir-birinə olan nisbətində dəyişikliklər və zərərli radikallara qarşı biokimyəvi müdafiə sistemi kimi bir sıra morfo-fizioloji dəyişikliklər baş verir.

Açar sözlər: *Quercus castanefolia, ətraf mühit, intensive işıqlanma, xlorofil, superoksiddismutaza*

Some Morpho-Physiological Changes In Chestnut-Leaved Oak (*Quercus sastanefolia*) Depending On Environmental Conditions

S.A. Karimli[1], G.E. Gasimova[2], M.A. Khanishova[3], I.V. Azizov[3], Y.M. Feyziyev[3], K.G. Gasimov[3]*

[1] *Lankaran State University, Azerbaijan*
[2] *Institute of Radiation Problems, ANAS*
[3] *Institute of Molecular Biology and Biotechnology, ANAS*

The adaptation of chestnut-leaved oak to geographical conditions has been studied. Under reduced illumination, some morphological and physiological changes occur in *Quercus castanefolia* such as increasing number and size of leaves, variation in the content and ratio of photosynthetic pigments as well as the activation of biochemical protection against harmful radicals.

Key words: *Quercus castanefolia, environment, light intensity, chlorophyll, superoxide dismutase*