

Оценка структурных особенностей *Olea europaea* L. в связи с засухоустойчивостью

Цюпка С.Ю. *, к.с.-х.н., с.н.с.; Цюпка В.А., к.б.н., с.н.с.; Булавин И.В. к.б.н., зав. лабораторией.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», Ялта, Россия

*email: tsupkanbg@mail.ru

Проведена анатомо-морфологическая оценка листьев восьми сортов и гибридов маслины европейской в связи с засухоустойчивостью. Выявлены генотипы, отличающиеся ксероморфными признаками и адаптированные к засушливым условиям Юга России.

Ключевые слова: маслина европейская, анатомия, морфология, сорт, гибрид.

Assessment of structural features of *Olea europaea* L. in relation to drought resistance

Tsiupka S.Yu. *, Tsiupka V.A., Bulavin I.V.

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center, Yalta, Russia

*email: tsupkanbg@mail.ru

An anatomical and morphological assessment of leaves of eight varieties and hybrids of European olive was carried out in connection with drought resistance. Varieties and hybrid forms have been identified that differ in xeromorphic characteristics and are adapted to the arid conditions of southern Russia

Key words: *Olea europaea*, anatomy, morphology, variety, hybrid.

Маслина европейская (*Olea europaea* L.) является одной из наиболее культивируемых плодовых пород. Выращивают её в 47 странах мира, среди которых Испания, Греция, Италия, Марокко, Франция, Сирия, Турция, Тунис являются основными промышленными производителями [1–3]. По занимаемой площади культура значительно превосходит основные плодовые виды: яблоню (4,8 млн. га), апельсин (3,9 млн. га), грушу (1,4 млн. га), абрикос (0,5 млн. га), персик и нектарин (1,5 млн. га), уступает только кофе (11,3 млн. га). По данным за 2021 год площадь посадок *O. europaea* составила 10,3 млн. га [2].

Общей чертой всех климатических зон, где выращивают *O. europaea* является жаркое и засушливое лето с высокой солнечной инсоляцией, низкой влажностью воздуха, а также периодами с длительным дефицитом почвенной влаги, в связи с чем выявление наиболее засухоустойчивых форм (сортов) является актуальным для всех регионов возделывания данной технической культуры.

Для поддержания водного баланса растения *O. europaea* адаптируются за счет структурных изменений [4]: уменьшения размера листьев, их скручивания, плотного опушения [5–7], толстой кутикулы и образования эпикутикулярного воскового слоя [7–9], увеличения компактности мезофилла [10–12].

Одним из основных методов оценки засухоустойчивости генотипов *O. europaea* является морфо-анатомический анализ листа. Поэтому, целью работы было выделение генотипов с наибольшей степенью ксероморфности листовой пластинки по данным структурного анализа.

Исследования проводили на сортах ('Corregiolo', 'Асколяно') и гибридах (35-4/32, 35-11/15, 35-8/26, 35-4/31, 35-10/36, 35-10/30) *O. europaea*. Длину, ширину и площадь листа определяли с помощью программного обеспечения (ПО) ImageJ как описано в работе Cosmulescu с соавторами [13].

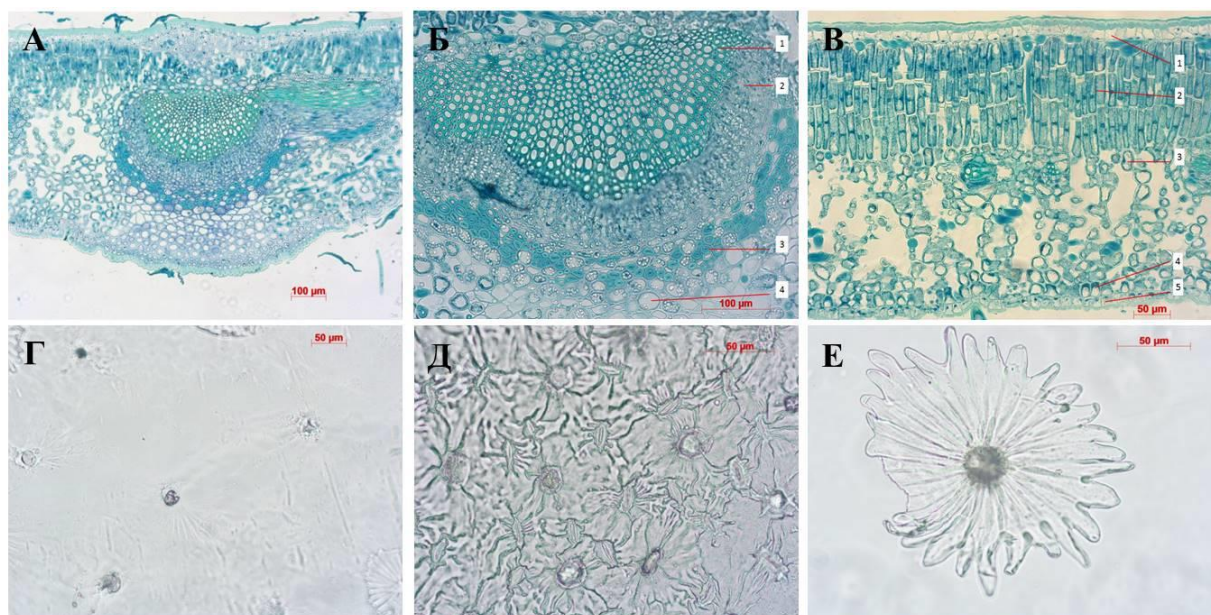
Фиксацию, обезвоживание и заливку материала в парафиновую среду проводили согласно общепринятым методам [14, 15]. Срезы изготавливали на полуавтоматическом ротационном микротоме Ротмик 2А (Орион Медик, РФ), окрашивали водным раствором метиленовой сини, заключали в сахарозу. Микропрепараты исследовали с применением светового микроскопа AxioScope 1 (Zeiss, Germany), оснащенного цифровой фотокамерой ZEISS AxioCam 105 color. Необходимые измерения осуществляли в ПО ZEISS Axio Vision 4.8 (n=100). Статистическую обработку данных выполняли в ПО Microsoft Office (Excel) 2018.

В результате исследований отмечено, что у изученных сортов и гибридных форм *O. europaea* листья простые, от эллиптических до узколанцетных, цельнокрайние. Длина в среднем варьирует от 55,99 ('Corregiolo') до 86,30 мм (35-4/32), ширина – от 11,13 (35-11/15) до 14,05 (35-8/26) мм, площадь от 5,16 ('Асколяно') до 7,4 см² (35-4/32), плотность от 491,80 (35-10/36) до 591,84 г кг⁻¹ ('Асколяно').

Листовые пластинки опушенные. Пельтатные волоски (чешуйки) располагаются с двух сторон (см. рисунок). Их наибольшее количество отмечено на абаксиальной стороне. Устьица аномоцитного типа находились на нижней стороне листа.

Листовые пластинки бифациальные или изолатеральные, в зависимости от возраста. Их толщина у сортов различна и варьирует от 334,7 (35-8/26) до 531,2 мкм ('Асколяно'). Эпидерма с двух сторон листа однослойная, покрыта кутикулой (см. рисунок). Ее толщина на адаксиальной стороне у исследованных сортов и гибридов варьирует от 4,5 (35-8/26) до 16,7 мкм (35-4/31, 'Асколяно'). Под эпидермой одиночно или небольшими группами располагаются склереиды. Столбчатая хлоренхима представлена тремя слоями сильно вытянутых и хорошо уплотненных клеток. Ее высота находится в диапазоне от 107,5 (35-8/26) до 204,3 мкм ('Асколяно'). Также слой столбчатой хлоренхимы может располагаться под абаксиальной эпидермой. Губчатая хлоренхима 9-11-рядная, клетки округлой или овальной формы. В этой ткани встречаются склерифицированные идиобласты. Общая высота слоев клеток у всех сортов превосходит таковую столбчатых и варьирует от 165,2 (35-10/30) до

252 мкм ('Асколяно'). Центральная жилка представляет собой закрытый коллатеральный пучок, в нижней части которого находится склеренхима. К жилке примыкают клетки паренхимы. Колленхима располагается под эпидермой.



Поперечные срезы и слепки поверхности листовой пластинки *Olea europaea* сорта 'Асколяно': А – поперечный срез в области центральной жилки (общий вид); Б – поперечный срез центральной жилки (1 – ксилема, 2 – флоэма, 3 – склеренхима, 4 – паренхима); В – поперечный срез листа (1 – адаксиальная эпидерма, 2 – столбчатая хлоренхима, 3 – губчатая хлоренхима, 4 – столбчатая хлоренхима (абаксиальная), 5 – абаксиальная эпидерма); Г – слепок адаксиальной стороны листа; Д – слепок абаксиальной стороны листа; Е – пельтатный волосок

Различия между сортами установлены по большинству изученных параметров: размеру и форме листа, высоте хлоренхимы (столбчатой, губчатой), количеству пельтатных волосков. На основе проведенного анализа выделены генотипы 35-4/31 и 'Асколяно', которые обладают более выраженными ксероморфными чертами в строении листовой пластинки.

Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 24-26-00066.

Список литературы

- 1 Rallo L., Barranco D., Diez C.M., Rallo P., Suarez M.P., Trapero C., Pliego-Alfaro F. Strategies for olive (*Olea europaea* L.) breeding: Cultivated genetic resources and crossbreeding // Advances in Plant Breeding Strategies. Fruits. 2018. Vol. 3. P. 535–600.
- 2 Food and Agriculture Organization the United Nations, FAOSTAT. Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (accessed on 24 March 2023).
- 3 The International Olive Council, Madrid, 2023. <https://www.internationaloliveoil.org/>
- 4 Ludlow, M.M. Strategies of response to water stress. In: K.H. Kreeb, H. Richter, T.M. Hinckley (Eds.), Structural and Functional Responses to Environmental Stresses: Water Shortage, SPB Academic Publishing, London. 1989. P. 269–282.
- 5 Pallioti A., Bonghi G., Rocchi P. Peltate trichomes effects on photosynthetic gas exchange of *Olea europaea* L. leaves // Plant Physiol. 1994. Vol. 13. P. 35–44.

- 6 Karabourniotis G., Bornman J. Penetration of UV-A, UV-B and blue light through the leaf trichome layers of two xeromorphic plants, olive and oak, measured by optical fibre microprobes // *Physiol. Plant.* 1999. Vol. 105. P. 655–661.
- 7 Liakoura V., Stavrianakou S., Liakopoulos G., Karabourniotis G., Manetas Y. Effects of UV-B radiation on *Olea europaea*: comparisons between a greenhouse and a field experiment // *Tree Physiol.* 1999. Vol. 19. P. 905–908.
- 8 Leon J., Bukovac M.J. Cuticle development and surface morphology of olive leaves with reference to penetration of foliar applied chemicals // *Am. Soc. Hortic. Sci.* 1978. Vol. 103. P. 465–472.
- 9 Richardson A., Berlyn G. Changes in foliar spectral reflectance and chlorophyll fluorescence of four temperate species following branch cutting // *Tree Physiol.* 2002. Vol. 22. P. 499–506.
- 10 Bongi G., Mencuccini M., Fontanazza G. Photosynthesis of olive leaves: effect of light flux density, leaf age, temperature, peltates and H₂O vapour pressure deficit on gas exchange // *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 1987. Vol. 112. P. 143–148.
- 11 Mediavilla S., Escudero A., Heilmeyer H. Internal leaf anatomy and photosynthetic resource-use efficiency: interspecific and intraspecific comparisons // *Tree Physiol.* 2001. Vol. 21. P. 251–259.
- 12 Bosabalidis A.M., Kofidis G. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars // *Plant Science.* 2002. Vol. 163(2). P. 375–379.
- 13 Cosmulescu S., Scriciu F., Manda M. Determination of Leaf characteristics in different medlar genotypes using the imagej program // *Hortic. Sci.* 2020. Vol. 47. P. 117–121.
- 14 Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике // *Основы и методы.* М.: Изд-во МГУ. 2004, 312 с.
- 15 Ельпителифов Е.Н. Изменение поверхности листовой пластинки хвои видов рода *Pinus* L. при влиянии факторов биотической природы // *ScienceRise: Biological Science.* 2017. Vol. 3. P. 7–11.

DOI 10.18699/GPB2024-101

Анализ структурной организации и экспрессии гена *Vrn-D1*, контролирующего тип развития у *Aegilops tauschii* Coss.

Чепурнов Г.Ю.*

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН,
Новосибирск, Россия

*email: grigory.tchepurnov@yandex.ru

Проведено исследование 15 образцов *Aegilops tauschii* Coss. различного эколого-географического происхождения и установлен тип развития (яровой/озимый). Проведен анализ структуры гена *Vrn-D1* методами ПЦР и секвенирования по Сэнгеру. Выявлены три аллельных варианта: (i) интактный, (ii) с делецией 5437 п.н. в первом интроне и (iii) ранее не описанный аллельный вариант с делецией 3273 п.н. в первом интроне. Выявлено, что яровой тип развития растений *Ae. tauschii* может формироваться благодаря новому варианту гена *Vrn-D1*.

Ключевые слова: яровость, скороспелость, ген, *Vrn-D1*, *Aegilops tauschii*.