

Lapsana L., *Leontodon* L., *Leucanthemum* Mill., *Ligularia* Cass., *Matricaria* L., *Onopordum* L., *Picris* L., *Ptarmica* Neck., *Pulicaria* Gaertn., *Pyrethrum* Zinn. // Укр. ботан. журн. – 2012. – Т. 69, № 4. – С. 99–102.

9. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М., 1976. – 216 с.

Статья поступила в редакцию 19.09.2017 г.

Nikiforov A.R. Aging population repertoire features of *Lagoseris Callicephala* Juz. (Asteraceae) // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2017. – № 125. – P. 83–87.

From 2007 to 2015 representatives of age groups of two populations of obligatory petrophyte *Lagoseris callicephala* have been observed. This species distinguishes by binary ecological nature: plants are able to grow as at in rocks' splits so on colluvial debris of taluses. The structure and dynamic of aging groups are interesting for revealing of basis population repertoire's features and rare specie's development in environmentally contrast conditions of lithogenous landscape on different types hillsides.

Keywords: *the mountainous Crimea; Lagoseris callicephala; obligatory petrophyte; aging population repertoire*

БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 634.63:577.15:581.11:58.036.5

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА У СОРТОВ *OLEA EUROPAEA* L. С РАЗЛИЧНОЙ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬЮ

**Анфиса Евгеньевна Палий, Татьяна Борисовна Губанова,
Иван Николаевич Палий**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита
onlabor@yandex.ru

Выявлены физиолого-биохимические изменения, происходящие в листьях некоторых сортов маслины европейской при воздействии отрицательных температур в различных условиях влагообеспечения. Показано, что водный дефицит в пределах 13–20% отрицательно сказывается на морозостойкости сортов *Olea europaea* L. В контролируемых условиях выявлено, что снижение уровня водного дефицита приводит к увеличению морозостойкости. При развитии низкотемпературного стресса происходит снижение ферментативной активности у слабоустойчивых сортов маслины. Возрастание активности ферментов у сорта Никитская сопровождается значительным увеличением устойчивости, о чем свидетельствует отсутствие низкотемпературных повреждений.

Ключевые слова: *Olea europaea; морозоустойчивость; водный дефицит; активность ферментов*

Введение

Маслина европейская (*Olea europaea* L.) – одно из древнейших культурных растений на Земле. Родина маслины – Средиземноморье, Передняя Азия.

Растения маслины неприспособлены к почвам, редко поражаются болезнями и вредителями. Однако температуры ниже –12°C...–15°C являются критическими для данного вида [13]. На Южном берегу Крыма находится северная граница культурного ареала маслины. Климатические условия с одной стороны позволяют получать

хорошие урожаи, однако неравномерность осадков в зимний период и резкие колебания температур негативно сказываются на устойчивости данной культуры к конкретным погодным условиям [3]. Актуальным является изучение механизмов адаптации растений к пониженным температурам.

Важную роль при воздействии на растительный организм неблагоприятных факторов играют окислительно-восстановительные процессы, протекающие в растении. Одним из ранних ответов на действие стресса является образование активных форм кислорода, которые обладая высокой реакционной способностью, нарушают течение многих процессов в клетке, а также ее структуры. Для предотвращения таких нарушений в клетках существуют антиоксидантные системы, включающие как низкомолекулярные небелковые антиоксиданты (пролин, аскорбиновую кислоту, флавоноиды и др.), так и специфические ферменты-антиоксиданты (каталазу, супероксиддисмутазу, различные оксидазы и др.) [14]. Исследование особенностей функционирования антиоксидантных систем важно для понимания того, как растения адаптируются к измененным условиям среды.

Каталаза (КФ 1.11.1.6) относится к классу оксидоредуктаз, является основным первичным антиоксидантом системы защиты, который катализирует разложение перекиси водорода до воды. Каталаза - один из самых активных ферментов в растениях, она играет важную роль в процессах адаптации растительного организма к стресс-факторам. [8].

Аскорбатоксидаза (КФ 1.10.3.3) также, как и каталаза относится к окислительно-восстановительным ферментам, катализирует окисление аскорбиновой кислоты в дегидроаскорбиновую кислоту. Фермент принимает участие в регуляции метаболизма в ходе онтогенеза и обеспечении приспособленности растений к изменяющимся условиям внешней среды [9, 11].

Цель работы: определить физиолого-биохимические изменения, происходящие в листьях некоторых сортов маслины европейской при воздействии отрицательных температур в различных условиях влагообеспечения.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований служили следующие сорта маслины: морозостойкий сорт Никитская, среднеустойчивый – ‘Асколяно’, слабоморозостойкие – ‘Раццо’, ‘Кореджиоло’ и подвид *O. europaea subsp. cuspidata*. ‘Никитская’ – сорт селекции Никитского ботанического сада. ‘Асколяно’, ‘Раццо’, ‘Кореджиоло’, *O. europaea subsp. cuspidata* – интродуценты средиземноморского происхождения. Для анализа с коллекционных участков Никитского ботанического сада отбирали однолетние листья со средней части побегов.

Для изучения биохимических показателей в контролируемых условиях использовали метод искусственного промораживания при воздействии температуры -12°C в течение 15 часов. Градиент понижения/повышения температуры 2°C в час. Опыты по искусственному промораживанию однолетних побегов осуществляли в периоды максимальной вероятности наступления морозов с использованием климатической камеры («Votsch VT 4004», Германия) с предварительной закалкой (0°C в течение 12 часов) при температурах -10°C ... -12°C течение 15 часов. Градиент изменения температуры в камере составил 2°C в час. Для определения влияния избыточного увлажнения однолетние побеги изучаемых сортообразцов выдерживали в сосудах с водой в течение 15 часов, с последующим промораживанием в климатической камере. Реальный водный дефицит определяли с учетом рекомендаций М.Д. Кушниренко [2, 4]. Оводненность тканей листа определяли весовым методом. Активность ферментов анализировали в листьях, взятых непосредственно с растений в полевых условиях (контроль), так и в моделируемых условиях избыточного увлажнения с последующим промораживанием (опыт).

Активность каталазы определяли титриметрическим методом [1], аскорбатоксидазы – по количеству окисленной аскорбиновой кислоты, в присутствии йодата калия [7]. Повторность опытов трехкратная. Для статистической обработки, полученных данных использовали программное приложение STATISTICA 6.0.

Результаты и обсуждение

Анализ общей оводненности тканей листа и реального водного дефицита у сортов и форм маслины показал, что у всех изучаемых сортообразцов в течение холодного периода водный дефицит был достаточно высоким (13-20%), а оводненность относительно низкой (45-57%). Вероятно, по этой причине действие температуры -10°C ... -12°C в течение 15 часов вызвало повреждения не только тканей листа, но в ряде случаев тканей однолетних побегов и апикальных почек. Так, у морозостойкого сорта маслины Никитская повредилось не более 10% листьев, а у сабоустойчивых Раццо и Кореджиоло – 17% и 20%, соответственно. Максимальный уровень морозных повреждений отмечен у подвида *O. europaea subsp. cuspidata* – 27% листьев, а также обмерзание апикальной части побегов – до 1 см. Поскольку зимы на Южном берегу Крыма характеризуются резкими колебаниями температуры воздуха и неравномерными осадками нами была проведена серия модельных экспериментов по выявлению влияния избыточного увлажнения на устойчивость изучаемых сортов и форм маслины европейской к действию отрицательных температур.

Установлено, что имитация избыточного увлажнения в течение 15 часов вызвала снижение уровня водного дефицита в большей степени у выразительных сортов с относительно высокой устойчивостью (табл. 1). Необходимо отметить, что на фоне снижения водного дефицита у морозостойких сортов общая оводненность тканей листа оказалась ниже чем у относительно неустойчивых к отрицательным температурам сортообразцов.

В результате опытов по искусственному промораживанию, после предварительного насыщения побегов водой выявлено увеличение степени низкотемпературной устойчивости: повреждения отсутствовали или носили единичный характер у сортов Никитская, Раццо, Асколяно. Обмерзание листьев у сорта Кореджиоло и подвида *O. europaea subsp. cuspidata* не превышали 10-15%. С нашей точки зрения сортообразцы вида *O. europaea* с разной степенью морозостойкости обладают различной влагоемкостью тканей. В частности, у морозостойкого сорта Никитская при снижении водного дефицита до 4%, оводненность возрастает лишь до 64%, в то время как у *O. europaea subsp. cuspidata* при снижении водного дефицита до 6%, оводненность тканей листа достигает почти 70%. Полученные результаты позволяют предположить, что высокий уровень водного дефицита, так же, как и чрезмерная оводненность тканей отрицательно сказываются на устойчивости маслины европейской к действию отрицательных температур. Вероятно, это связано с тем, что относительно низкая способность к гидратации тканей у морозостойких сортов благоприятствует связыванию вновь поступившего количества воды и тем самым предотвращает развитие морозных повреждений.

Таблица 1

Водный дефицит и общее содержание воды в листьях маслины

Сорт	Полевые условия		После 15 ч насыщения (лабораторные условия)	
	Водный дефицит, %	Оводненность, %	Водный дефицит, %	Оводненность, %
Никитская	13,32	57,42	3,12	63,96
Раццо	17,45	51,27	5,56	71,84
Асколяно	19,76	50,48	4,14	67,31
Кореджиоло	17,53	49,81	5,74	69,81
<i>O. europaea subsp. cuspidata</i>	20,31	47,71	6,31	69,76

При исследовании ферментативной активности в моделируемых условиях избыточного увлажнения с последующим промораживанием вегетативных органов маслины выявлено резкое снижение (в 2-3 раза по сравнению с контролем) активности каталазы у неустойчивых к отрицательным температурам сортов (табл. 2). У наименее устойчивого подвида *O. europaea subsp. cuspidata* наблюдалось максимальное угнетение деятельности фермента. В то же время у морозостойкого сорта Никитская активность каталазы несколько возросла (на 24%).

Исследования 2015-2017 гг. показали, что в течение холодного периода листья маслины испытывают значительный водный дефицит. Ранее нами было установлено, что действие отрицательных температур в контролируемых условиях приводит к снижению активности каталазы у всех изучаемых сортов маслины, но более выражено у сортов с низкой устойчивостью [5, 6]. Сопоставляя имеющиеся данные с вновь полученными результатами можно предположить, что низкий уровень водного дефицита способствует увеличению активности данного фермента у сорта Никитская.

При воздействии избыточного увлажнения и отрицательной температуры активность аскорбатоксидазы также снижалась у неустойчивых сортов маслины, наиболее сильно у подвида *O. europaea subsp. cuspidata* (на 35%) и менее интенсивно у сортов Раццо (17%) и Кореджиоло (13%). У сорта Асколяно со средней устойчивостью и у Никитской активность фермента, наоборот, повышалась на 43% и 22% соответственно

Таблица 2

Активность каталазы и аскорбатоксидазы в листьях маслины при искусственном промораживании

Сорт	Вариант опыта	Активность аскорбатоксидазы, Мкмоль/ г·мин	Активность каталазы, г O ₂ /г·мин
Асколяно	контроль	4,25±0,13	17,85±0,70
	опыт	7,25±0,22	8,93±0,34
<i>O. europaea subsp. cuspidata</i>	контроль	7,28±0,29	17,00±0,68
	опыт	4,75±0,17	4,68±0,15
Кореджиоло	контроль	5,50±0,17	16,58±0,62
	опыт	4,78±0,15	4,57±0,14
Раццо	контроль	5,36±0,17	15,73±0,59
	опыт	4,43±0,14	4,98±0,17
Никитская	контроль	5,75±0,18	2,98±0,10
	опыт	7,43±0,22	5,23±0,27

Подобные изменения ферментативной активности могут быть непосредственно связаны со стрессоустойчивостью изучаемых генотипов. О том, что процесс формирования устойчивости растений маслины к воздействию стрессовых факторов сопровождается повышением активности некоторых антиоксидантных ферментов указывается и в работах ряда зарубежных авторов [10, 12].

Выводы

Таким образом показано, что водный дефицит в пределах 13-20% отрицательно сказывается на морозостойкости сортов *Olea europaea*. В контролируемых условиях выявлено, что снижение уровня водного дефицита приводит к увеличению морозостойкости. При развитии низкотемпературного стресса происходит снижение ферментативной активности у слабоустойчивых сортов маслины. Возрастание активности ферментов у сорта Никитская сопровождается значительным увеличением устойчивости, о чем свидетельствует отсутствие низкотемпературных повреждений.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность зав. отделом биологии развития, биотехнологии и биобезопасности ФГБУН «НБС – ННЦ» РАН, д.б.н. Ирине Вячеславовне Митрофановой за оказанную методическую помощь в проведении исследований.

Список литературы

1. Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А., Половникова М.Г. Большой практикум по биоэкологии. Ч. 1: учеб. Пособие. – Йошкар-Ола, 2006. – 107 с.
2. Елманова Т.С. Методические рекомендации по комплексной оценке зимостойкости южных плодовых культур. – Ялта, 1976. – 23 с.
3. Корсакова С.П. Обзор стихийных гидрометеорологических явлений в районе Никитского ботанического сада // Труды Никит. ботан. сада. – 2014. – Т. 139. – С. 79–93.
4. Кушниренко М.Д., Курчатова Г.П., Крюкова Е.В. Методы оценки засухоустойчивости плодовых растений. – Кишинёв: Штиинца, 1976. – 21 с.
5. Палий А.Е., Гребенникова О.А., Губанова Т.Б., Палий И.Н. Изменение физиолого-биохимических параметров у некоторых сортов *Olea europaea* L. с различной морозоустойчивостью // Бюлл. Никит. ботан. сада. 2016. – № 121. – С. 32–39.
6. Палий А.Е., Губанова Т.Б., Палий И.Н., Гребенникова О.А. Физиолого-биохимические аспекты морозостойкости некоторых сортов *Olea europaea* L. // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2016. – № 12. – С. 137–140.
7. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – Киев: «Наукова думка», 1976. – 334 с.
8. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. – СПб: Издательство СпбГУ – 2002. – 240 с.
9. Чупахина Г.Н. Система аскорбиновой кислоты растений: Монография. Калинингр. Ун-т. – Калининград, 1997. – 120 с.
10. Cansev A., Gulen H., Eris A. The activities of catalase and ascorbate peroxidase in olive (*Olea europaea* L. cv. Gemlik) under low temperature stress // Horticulture Environment and Biotechnology – 2011. – Vol. 52. – № 2. – P. 113–120.
11. Fotopoulos V., De Tullio M.C., Barnes J. Altered stomatal dynamics in ascorbate oxidase over-expressing tobacco plants suggest a role for dehydroascorbate signalling // J. Exp. Bot. – 2008. – Vol. 59. – № 4. – P. 729–37.
12. Hashempour A., Ghasemnezhad M., Fotouhi Ghazvini, R., Sohani M.M. Olive (*Olea europaea* L.) freezing tolerance related to antioxidant enzymes activity during cold

acclimation and non acclimation // Acta Physiol. Plant. – 2014. – Vol. 36. – 1№ 11. – P. 3231–3241.

13. *Larcher W.* Temperature stress and survival ability of Mediterranean sclerophyllous plants // Plant Biosyst. – 2000. – 134. – P. 279–295.

14. *Mittler R.* Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance // Trends Plant Sci. – 2002. – № 7. – P. 405–410.

Статья поступила в редакцию 13.10.2017 г.

Paliy A.E., Gubanova T.B., Paliy I.N. Enzyme activity and water regime special features in *Olea europaea* L. cultivars demonstrated various frost resistance // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2017. – № 125. – P. 87–92.

Some physiological and biochemical changes in the leaves of the studied olive cultivars under the pressure of negative temperatures and various moisture supply were revealed. It was demonstrated that water deficit in the range of 13-20% adversely affects *O. europaea* cultivars frost resistance. Under controlled conditions, it was found out that water deficit decrease led to frost resistance increase. Along with the development of low-temperature stress, enzyme activity in the low resistant olive cultivars decreased. In the cultivar Nikitskaya enzyme activity increase was accompanied by a significant resistance increase that was evidenced by the absence of low-temperature damages.

Keywords: *Olea europaea*; frost resistance; water scarcity; the activity of enzymes

УДК 547.56:582.746.21(477.75)

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *RUTA GRAVEOLENS* L. И *RUTA CORSICA* D.C. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Наталья Владимировна Марко

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита
nataly-marko@mail.ru

В статье приведены результаты интродукционного изучения двух видов руты из коллекции Никитского ботанического сада. В исходном материале были изучены следующие характеристики: фенология, массовая доля эфирного масла, компонентный состав эфирного масла. Был выделен высокопродуктивный образец. В статье даны хроматограммы эфирного масла исследуемых образцов.

Ключевые слова: *Ruta*; эфирное масло; компонентный состав эфирного масла

Введение

Рута душистая перспективное эфиромасличное и лекарственное растение. В листьях руты содержится витамин С (156,6 мг %), большое количество флавонолов, рутин, обладающий капилляроукрепляющим и противовоспалительным действием, увеличивает умственную активность и полезен в лечении кровотечений. В США и Италии ее траву применяют при глазных болезнях [7]. В Индии листья, семена и масло руты используются в ряде составов Унани. В гомеопатии настойка из свежих листьев используется для лечения варикозного расширения вен, ревматизма, артрита и невралгии [9,14].

Эфирное масло руты употребляют в пищевой промышленности при производстве коньяка и восточного ликера, в парфюмерной промышленности [7]. Основной компонент рутового масла ундеканон-2 (метилонилкетон), используют для синтеза ценного душистого вещества — метилонилацетальдегида. В 50-х годах XX