



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

13 / 2018



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

13 / 2018

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

П. Вайс Джексон
Лей Ши
Йонг-Шик Ким
А. С. Демидов
Т. С. Мамедов
В. Н. Решетников

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
В. Я. Кузеванов
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
К. Г. Ткаченко
А. И. Шмаков

Редакция

Е. А. Платонова
С. М. Кузьменкова
К. О. Романова
А. Г. Марахтанов

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20, каб. 408.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2018 А. А. Прохоров

На обложке:

Гунибская экспериментальная база Горного ботанического сада Дагестанского НЦ РАН
(фото Руслана Османова)

Разработка и техническая поддержка

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск

2018

Зимостойкость некоторых видов семейства *Oleaceae* в коллекции Никитского ботанического сада

ГУБАНОВА Татьяна Борисовна	Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН, Никитский спуск, 52, Ялта, 298648, Россия gubanova-65@list.ru
БРАЙЛКО Валентина Анатольевна	Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН, Никитский спуск, 52, Ялта, 298648, Россия valentina.brailko@yandex.ru
МЯЗИНА Лидия Филипповна	Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН, Никитский спуск, 52, Ялта, 298648, Россия redrose22@yandex.ru

Ключевые слова:

зимостойкость,
морозоустойчивость,
климатические факторы,
водный дефицит, *Oleaceae*,
Olea, *Ligustrum*, *Jasminum*

Аннотация:

Дана характеристика морозо- и зимостойкости зимневегетирующих видов семейства *Oleaceae* в условиях Южного берега Крыма. Относительно высокой зимостойкостью характеризуются *Olea europaea* 'Никитская', *Ligustrum lucidum*, *Jasminum nudiflorum*. Установлено, что реализация потенциальной морозостойкости зависит как от метеофакторов, сопутствующих снижению температуры воздуха, так и от метеоусловий, сложившихся в 10-дневный срок, предшествующий дате наступления морозной погоды. Высокий уровень реального водного дефицита в зимний период отрицательно сказывается на устойчивости сортообразцов *O. europaea*. Для представителей рода *Ligustrum* такой зависимости не выявлено.

Получена: 24 сентября 2018 года

Подписана к печати: 03 декабря 2018 года

Введение

За более чем 200-летнюю историю существования Никитского ботанического сада (НБС) здесь собрана огромная коллекция древесных растений из всех субтропических зон планеты. В настоящее время в ней представлено более 1500 таксонов, большая часть которых – листопадные (более 58 %). На долю вечнозеленых древесных растений приходится 41 %. Из стран Восточной Азии интродуцировано 45 % от общего числа видов, среди которых преобладают листопадные. Второе место по количеству видов занимают растения из Средиземноморской флористической области, представленные почти равным соотношением листопадных и вечнозеленых деревьев и кустарников (Каталог дендрологических коллекций ..., 1993). Коллекция семейства *Oleaceae* в НБС насчитывает 49 видов, относящихся к 11 родам, из которых 19 вечнозеленых и зимневегетирующих. Особый интерес среди представителей этого семейства вызывают генотипы *Olea europaea*, поскольку, во-первых, являются ценными плодовыми, декоративными и лекарственными растениями, а, во-вторых, Южный берег Крыма (ЮБК) для них – северная граница культурного ареала. В НБС собрана большая коллекция сортов маслины европейской различного происхождения: 228 сортов и форм, из которых 126 зарубежной селекции и 102 – селекции Никитского сада (Мязина, 2004).

Согласно данным [Информационно-аналитической системы «Ботанические коллекции России и сопредельных государств»](#), наиболее крупные коллекции рода *Ligustrum* в России, в которых имеются также и виды *L. compactum*, *L. lucidum* есть в Главном ботаническом саду имени Н. В. Цицина (ГБС), дендрологическом парке «Южные культуры» Сочинского национального парка, Ставропольском ботаническом саду имени В. В. Скрипчинского, Субтропическом ботаническом саду Кубани. В этих же организациях (за исключением ГБС) в коллекциях открытого грунта присутствуют *Jasminum mesnyi* и *J. nudiflorum*. Поскольку Южный берег Крыма (ЮБК) является северной границей субтропического пояса России, то исследования вопросов морозо- и зимостойкости в этом регионе имеют ряд нюансов, связанных с климатическими особенностями.

С одной стороны, они соответствуют критериям субтропичности, что благоприятствует выращиванию ряда теплолюбивых плодовых и декоративных культур, а с другой, резкие перепады температуры воздуха и неравномерность осадков являются причиной значительных повреждений вечнозеленых видов растений в

отдельные годы (Антюфеев, 2015). Одной из причин неполной реализации потенциальной устойчивости к отрицательным температурам являются провокационные оттепели и возвратные заморозки, нарушающие прохождение процессов закаливания (Туманов, 1980; Карпун, 2010).

В результате последних агроклиматических исследований, проведенных с учетом глобального потепления климата установлено, что средний из абсолютных минимумов температуры воздуха на ЮБК составляет $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$... $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$, а абсолютный может достигать $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$... $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Корсакова, 2014). Успешность перезимовки при таких понижениях температуры будет зависеть от комплекса конкретных погодных условий осенне-зимне-весеннего периода. В частности, показано, что для ряда интродуцентов из Средиземноморской, Восточноазиатской и Северо-Американской флористических областей адвективное понижение температуры воздуха в сочетании с сильным ветром и низкой влажностью воздуха является более опасным, чем радиационное (Губанова, Браилко, 2013).

В последние десятилетия отмечено большое количество теплых зим, когда основной морозный период приходится на конец календарной зимы (февраль), а в январе с высокой частотой наблюдаются глубокие оттепели. Такие климатические изменения способствуют раннему началу ростовых процессов и, соответственно, негативно сказываются на зимостойкости растений, в особенности находящихся в состоянии вынужденного покоя. Кроме того, значительно увеличилась вероятность наступления поздних заморозков. В научной литературе имеется информация о степени устойчивости сортов маслины европейской к отрицательным температурам, роли некоторых веществ вторичного метаболизма и окислительно-восстановительных ферментов в формировании ее морозостойкости (Lodolini, Alfei, 2016; Палий, Гребенникова, 2017; Палий, Губанова, 2017). О низкотемпературной устойчивости других представителей семейства *Oleaceae*, а также ее сравнительной характеристике при интродукции в условия субаридного климата субтропического типа информация весьма отрывочна. В связи с этим, цель наших исследований заключалась в выявлении степени потенциальной морозостойкости у некоторых зимневегетирующих представителей семейства *Oleaceae* и особенностей ее реализации в погодных условиях холодного периода на ЮБК, а также определении факторов, лимитирующих зимостойкость.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были выбраны представители семейства *Oleaceae* Lindl., произрастающие на территории Никитского ботанического сада (НБС) – *Olea europaea* L. (сорта Никитская, Крымская Звезда – местной селекции и сорта средиземноморского происхождения – Асколано, Раццо, Кореджиоло, Личина), *O. europaea* subsp. *cuspidata* (Wall. and G. Don) Cif., а также виды родов *Jasminum* (зимнезеленый – *J. mesnyi* Hance, зимнецветущий – *J. nudiflorum* Lindl.) и *Ligustrum* (зимнезеленый – *L. compactum* (Wall. ex G. Don) Hook. f. et Thomson ex Decne, вечнозеленые – *L. lucidum* W. T. Aiton, *L. delavayanum* Har.). Потенциальную морозостойкость однолетних побегов определяли путем прямого промораживания в климатической камере «Votch VT-4004» (градиент изменения температуры $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{час}$) в течение холодного периода при температурах от $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Физиологические ..., 1991). Реальный водный дефицит определен с учетом рекомендаций М. Д. Кушниренко (1976) и Т. В. Фальковой (1980), общее содержание воды в тканях листа – весовым методом. Опыты по искусственному промораживанию побегов проводили в десятикратной повторности, а анализ параметров водного режима – в пятикратной. Цифровой материал в таблицах приведен со стандартной ошибкой среднего ($M \pm m$). Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с помощью программы Microsoft Excel. Визуальную оценку морозных повреждений проводили в периоды значительного понижения температуры воздуха. Значения эквивалентных эффективных температур рассчитывали по формуле А. Миссенарда, учитывающей комплексное влияние ветра и относительной влажности воздуха на растения (Врублевська, 2005).

Погодные условия холодных периодов 2015-2016 и 2016-2017 годов были достаточно типичными для ЮБК, но имели как сходства, так и различия. По данным Агрометеостанции «Никитский сад» погода в ноябре и перии ($+2\text{ }^{\circ}\text{C}$... $-0\text{ }^{\circ}\text{C}$) завой половине декабря 2015 была теплой и относительно засушливой (осадки – 69 % и 6 % от среднемноголетней нормы, НВ – 45-52 %). Средняя температура воздуха в ноябре составила $+10.9\text{ }^{\circ}\text{C}$, что на $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше нормы, а средняя температура первой декады декабря $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$... $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ (на $3-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше нормы). Значительное похолодание произошло 29.12. – 31.12.2016, в результате чего температура воздуха снизилась до $-7,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ и удерживалась более 6 часов. Погода первой половины января была изменчивой, с волнами тепла и холода среднесуточные температуры менялись в пределах $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$... $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, и, в целом, были на $3.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. В третьей декаде января, в результате активной циклонической деятельности температура воздуха опустилась до $-5.4\text{ }^{\circ}\text{C}$... $-6.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (23-24 января). Холодный период 2016-2017 гг., был менее засушливым (количество осадков в ноябре составляло 85 % от нормы, а влажность почвы находилась в пределах 76-67 % НВ).

Средняя температура ноября была близка к среднемноголетней норме и составила $+8.2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако, в середине месяца, в результате активной циклонической деятельности, наблюдались значительные

перепады температур – кратковременное потепление до +17 °С ...+20 °С с последующим снижением температуры воздуха до –0.7 °С. Декабрь характеризовался холодными погодными условиями – среднесуточная температура не превышала +2.6 °С, что на +2.9 °С ниже среднегодовой нормы. Минимальная температура (–7 °С) была отмечена в середине декабря. В середине месяца наблюдалось кратковременное потепление, когда воздух прогревался до +9 °С ...+13 °С. Среднесуточные температуры января мало отличались от среднегодовой нормы. Существенное похолодание отмечено в третьей декаде, когда температура воздуха опускалась ниже –7 °С и удерживалась более 9 часов.

Результаты и обсуждение

Определение потенциальной морозостойкости у зимневегетирующих представителей семейства *Oleaceae* показало, что изучаемые виды различаются по времени максимальной устойчивости к отрицательным температурам и особенностям обмерзания. Общим для всех представителей семейства оказался характер морозных повреждений однолетнего побега, распространение которых происходит в базипетальном направлении. Однако у представителей изучаемых родов повреждения тканей побега и их распространение различны. В частности, у сортов маслины европейской по мере нарастания интенсивности низкотемпературного воздействия, ткани побега повреждаются в центробежном направлении: паренхима коры (–8 °С ...–10 °С), камбий, перимедулярная зона (–12 °С) сердцевина (–15 °С) (рис. 1).

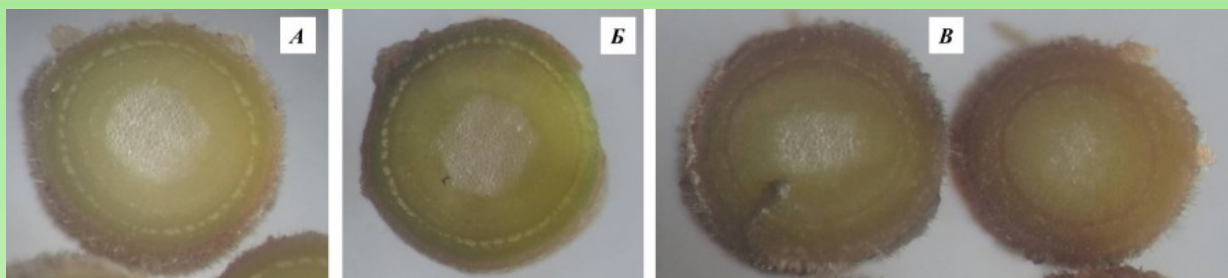


Рис. 1. Низкотемпературные повреждения тканей побегов *O. europaea* ('Раццо'): А – единичные повреждения клеток паренхимы коры (–8 °С); Б – нарушение целостности камбия, частично клеток сердцевинных лучей и перимедулярной зоны (–12 °С); В – полностью повреждены клетки коры и частично сердцевины (–15 °С).

Fig. 1. Low temperature damages in *O. europaea* ('Razzo') shoot tissues: A - single damages of cortical parenchyma cells (-8 °С); B - integrity violation in cambium, partly the cells of medullary bundles and perimedullary zone (-12 °С); C - cortical cells were completely damaged and pith cells - partially (-15 °С).

У видов рода *Jasminum* в первую очередь нарушается целостность клеток коровой паренхимы и механической обкладки (–8 °С), а при дальнейшем понижении температуры (–12 °С) повреждения распространяются в область камбия и сердцевины (рис. 2).

Наиболее низкая морозостойкость у тканей побегов представителей рода *Ligustrum* отмечена у клеток коры, при этом коровая паренхима характеризуется единичными повреждениями. Дальнейшее понижение температуры приводит к нарушению структуры камбия, склереид и сердцевины. При действии критических и сублетальных температур типичным морозным повреждением у видов рода *Ligustrum* является отслоение коры (рис. 3).

Особенности морозных повреждений у представителей изучаемых родов семейства *Oleaceae*, вероятно связаны с особенностями побегообразования, а также сроками и интенсивностью лигнификации клеточных стенок. Связь степени устойчивости к отрицательным температурам с этими характеристиками ранее была выявлена у видов рода *Lonicera*, относящихся к разным жизненным формам. В частности, побеги жимолостей-лиан менее морозостойки, чем побеги прямостоячих кустарников в следствие более низкой степени лигнификации клеточных стенок. Кроме того, выявлена обратная зависимость продолжительности роста побегов жимолостей и их низкотемпературной устойчивости (Браилко, 2013; Губанова, Браилко, 2015).

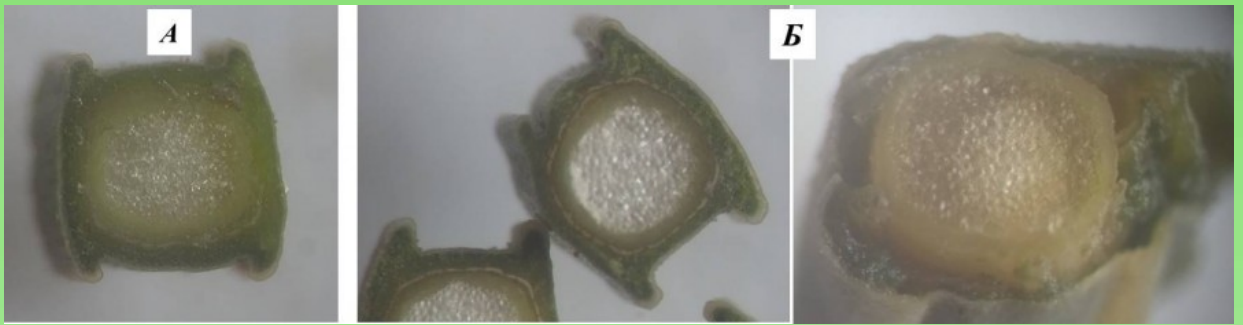


Рис. 2. Низкотемпературные повреждения тканей побегов *J. nudiflorum*: А – некрозы клеток паренхимы коры и механической обкладки ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$); Б – повреждения камбия, паренхимы коры и частично сердцевины ($-12\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Fig. 2. Low-temperature damages in the shoot tissues of *J. nudiflorum*: A - necrosis in cortex, cortical parenchyma cells, cambium and sclereids ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$); B - damages in cambium, cortex parenchyma and partly - pith ($-12\text{ }^{\circ}\text{C}$).

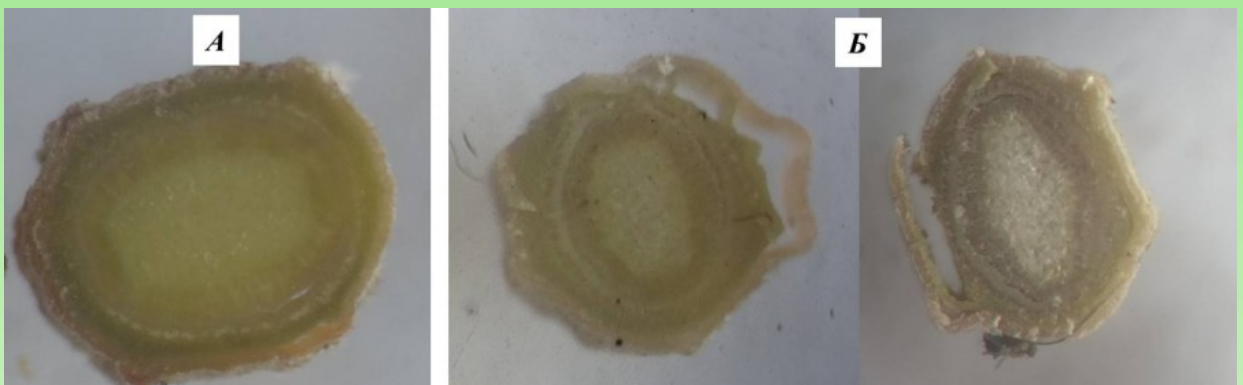


Рис. 3. Низкотемпературные повреждения тканей побегов *L. compactum*: А – некрозы коры, коровой паренхимы, камбия и склереид ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$); Б – отслоение коры и полное повреждение камбия и сердцевинных лучей ($-12\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Fig. 3. Low-temperature damages in *L. compactum* shoots: A - necrosis in cortex, cortex parenchyma, cambium and sclereids ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$); B - cortex detachment, complete damage of cambium and medullary bundles ($-12\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Обмерзание листьев родоспецифично: у видов рода *Ligustrum* и *J. mesnyi* листья более поздних сроков развития менее устойчивы к действию отрицательных температур, в отличие от представителей рода *Olea*, у которых в первую очередь повреждались листья относительно ранних сроков развития. Наиболее распространенным результатом действия отрицательных температур было развитие краевых некрозов листовых пластинок. У сортов *O. europaea* часто наблюдалось повреждение центральной жилки листа, что в дальнейшем приводило к частичной дефолиации.

Отдельно следует отметить виды *Jasminum*, поскольку для *J. nudiflorum* характерно зимне-весеннее цветение (февраль-март), а *J. premianum* является зимнезеленым видом с весенне-летними сроками цветения. В начале холодного периода на ЮБК у *J. nudiflorum* элементы цветка в генеративных почках сформированы полностью, а фенофаза массовой бутонизации приходится на вторую декаду января. Морозостойкость в этот период времени при действии температуры $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 8 часов составляла 45-50 %, причем в большей степени повреждались цветочные почки в базальной части побега. В период цветения, понижение температуры воздуха до отрицательных значений приводит к частичному осыпанию цветков, причем только распустившихся.

У видов родов *Olea* и *Ligustrum*, а также *J. mesnyi* зимой почки находились в недифференцированном состоянии, что объясняет их высокую морозостойкость. В связи с различными типами морозных повреждений, степенью устойчивости органов в пределах однолетнего побега критическими значениями для представителей родов *Olea*, *Ligustrum* и вида *J. mesnyi* мы считали температуры, при которых наблюдалась гибель 50-60 % листьев и обмерзание апикальной части побега; а для *J. nudiflorum* – 50-60 % генеративных почек и обмерзание апикальной части побега более 5 см. Путем визуальных наблюдений и с помощью метода искусственного промораживания установлено, что среди видов рода *Ligustrum* низкотемпературная устойчивость снижалась в ряду: *L. lucidum*, *L. delavayanum*, *L. compactum*. Максимум их морозостойкости приходится на 3 декаду декабря – 1 декаду января, и, в зависимости от вида, колеблется в пределах –10 °С ...–15 °С. Из двух изучаемых видов жасмина относительно более морозостойким оказался *J. nudiflorum*, у которого в условиях ЮБК выявлены единичные случаи обмерзания апикальной части побегов. Критические температуры для этих видов находятся в пределах –8 °С ...–10 °С (*J. mesnyi*) и –10 °С ...–13 °С (*J. nudiflorum*). У *J. mesnyi* устойчивость к отрицательным температурам в течение зимы практически не меняется, а в конце холодного периода (вторая декада марта - первая декада апреля) резко снижается. У *J. nudiflorum* морозостойкость достигает максимальных значений в конце первой декады декабря, и сохраняется на относительно высоком уровне до начала цветения (февраль).

У представителей рода *Olea* наиболее высокая морозостойкость отмечена в 3 декаде января – 1 декаде февраля, и в дальнейшем планомерно снижалась. Значения критических температур у устойчивых генотипов (*O. europaea* 'Никитская', 'Раццо') достигают –12 °С...–14 °С, а у восприимчивых ('Асколяно', *O. europaea* subsp. *cuspidata*) – –8 °С ...–10 °С. Установлено, что в разные годы значения критических температур варьируют в зависимости от погодных условий конкретного холодного периода (табл. 1).

Таблица 1. Потенциальная морозостойкость представителей семейства *Oleaceae* в зимние периоды 2015-2018 гг.

Table 1. Potential frost resistance of the studied *Oleaceae* genotypes during winter periods 2015-2018

Вид, сорт	2015-2016 гг.			2016-2017 гг.			2017-2018 гг.		
	декабрь	январь	февраль	декабрь	январь	февраль	декабрь	январь	февраль
	–12 °С	–14 °С	–10 °С	–12 °С	–12 °С	–10 °С	–10 °С	–12 °С	–10 °С
	10	8	12	10	12	10	8	10	10
	часов	часов	часов	часов	часов	часов	часов	часов	часов
<i>Olea europaea</i>									
<i>O. europaea</i>	70.2±3.8	50.3±6.4	20.8±3.9	80.7±3.6	65.4±2.5	60.5±2.6	65.1±5.1	47.3±5.5	65.4±2.4
subsp. <i>cuspidata</i>									
'Кореджиоло'	85.3±5.2	80.4±4.3	55.4±2.7	80.4±3.7	80.1±3.3	85.2±4.1	90.5±3.1	65.2±4.3	80.2±3.1
'Никитская'	95.5±4.2	90.4±5.1	70.6±4.3	95.2±4.1	95.3±3.6	90.3±5.6	99.8±3.2	81.5±3.1	86.4±4.3
'Раццо'	85.5±1.8	78.7±5.2	40.3±3.5	91.3±3.6	80.2±4.3	70.7±4.4	80.7±2.5	75.4±2.7	87.3±2.7
'Асколяно'	81.2±3.3	78.3±2.8	56.3±4.4	85.2±4.1	85.2±3.1	70.2±3.5	76.4±4.7	74.3±3.2	91.3±4.4
род <i>Ligustrum</i>									
<i>L. lucidum</i>	90.2±1.9	70.4±4.7	65.6±3.2	86.3±4.2	68.4±3.5	60.7±2.9	81.3±5.7	61.3±4.1	60.4±3.6
<i>L. delavayanum</i>	70.8±2.5	65.6±3.3	50.2±2.8	74.7±4.6	55.7±2.8	47.6±3.7	74.9±4.8	49.8±2.4	55.5±2.7
<i>L. compactum</i>	56.4±2.8	35.1±3.2	-*	50.6±5.1	30.3±4.9	-	65.6±3.3	40.1±2.3	57.4±2.1
род <i>Jasminum</i>									
<i>J. nudiflorum</i>	67.2±2.3	50.2±2.8	60.4±2.7	50.4±3.4	45.2±5.1	45.3±4.5	61.2±4.2	41.4±3.8	50.5±3.6
<i>J. mesnyi</i>	57.7±2.3	44.5±3.1	40.5±4.5	46.1±2.6	35.6±4.6	-	45.0±3.7	49.8±2.8	55.2±3.3

* - исследования не проводились из-за дефолиации (более 50 %).

* - studies were not conducted as a result of defoliation (more than 50 %).

В частности, у большинства изучаемых видов семейства *Oleaceae* погодные условия конца декабря - начала января 2015-2016 годов, способствовали обратимому скручиванию листовой пластинки, наиболее ярко выраженному у сортов *O. europaea*. Значительные повреждения листа в виде краевых некрозов, и, в отдельных случаях, появление хлорозных участков в межжилковом пространстве выявлены у *L. compactum* и *L. delavayanum*. У вида *J. mesnyi* наблюдалось не только обмерзание листвы (50-70 %), но и побегов до 10

см. Морозные повреждения у сортов *Olea europaea* (исключение *O. europaea* subsp. *cuspidata*) и видов *L. lucidum*, *J. nudiflorum* отсутствовали или были единичными. Снижение температуры воздуха в конце января 2016 г. послужило причиной развития более интенсивных повреждений несмотря на то, что оно было менее значительным, по сравнению с предшествующим похолоданием. Отмечено обмерзание листы и апикальной части побегов у некоторых сортов *O. europaea* ('Раццо', 'Личина', 'Кореджиоло') и *O. europaea* subsp. *cuspidata*. У видов рода *Jasminum* наблюдалось дальнейшее обмерзание побегов: *J. mesnyi* (15-20 см), *J. nudiflorum* (2-5 см). Интенсификация морозных повреждений выявлена также у *L. compactum*, что в дальнейшем привело к сбрасыванию более 75-80 % листы.

Анализ состояния изучаемых представителей семейства *Oleaceae* в погодных условиях декабря 2015 и января 2016 показал, что с одной стороны минимальные температуры не достигали уровня критических для указанных видов, а с другой – привели к значительным морозным повреждениям. С нашей точки зрения такая картина объясняется сопутствующими метеофакторами: изменениями скорости ветра и влажности воздуха непосредственно в момент наступления морозов, а также в 10-ти дневный период предшествовавший ему. В связи с этим, были рассчитаны значения ЭЭТ. Так, в течение 10 суток до наступления морозов, в конце декабря 2015 г. ЭЭТ находилась в пределах $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, что благоприятствовало процессам закаливания. При этом наступление морозной погоды с 30.12.2016 на 31.12.2016 сопровождалось уменьшением влажности воздуха, что привело к увеличению ЭЭТ. Что же касается второй волны похолодания (конец января), то в данном случае, комплекс метеоусловий за десятидневный период пред снижением температуры, (высокая влажность воздуха 82-91 % и порывы ветра до 5-7 м/с), несмотря на относительно высокие среднесуточные температуры, послужил причиной снижения ЭЭТ ($-5\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -9\text{ }^{\circ}\text{C}$). Таким образом, растения испытывали длительное воздействие отрицательных температур, значения которых соответствовали начальным повреждающим, что в итоге привело к интенсификации морозных повреждений. В контролируемых условиях для генотипов *O. europaea* было установлено, что если наличие условий, необходимых для прохождения первой стадии ($+2^{\circ}\text{C} \dots 0^{\circ}\text{C}$) закаливания, способствуют некоторому повышению морозостойкости, то действие температуры, соответствующей второй стадии закаливания ($-2^{\circ}\text{C} \dots -4^{\circ}\text{C}$) в течение 5 часов сказывается отрицательно. Для видов родов *Jasminum* и *Ligustrum* такой зависимости не выявлено. Еще одна причина более существенных обмерзаний, отмеченных при втором понижении температуры, заключается в том, что у большей части изучаемых видов потенциальная морозостойкость достигает максимума в конце декабря-начале января, а затем планомерно снижается (Губанова, Браилко, 2017).

В зимний период 2016-2017 года также была зафиксирована температура воздуха ниже $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ опасная для субтропических культур, при этом характер повреждений у представителей семейства *Oleaceae* был несколько иным. Интенсивность, наблюдавшихся обмерзаний листьев и побегов у изучаемых видов в целом была меньше, по сравнению с зимой 2015-2016 г. У морозостойких сортов *O. europaea* повреждения соответствовали действию начальных повреждающих температур (краевые некрозы тканей листьев не более 10 %). У менее устойчивых сортов и подвида *O. europaea* subsp. *cuspidata* обмерзание листового аппарата и побегов было близко к таковым при действии критических температур (повреждение центральной жилки листа и некрозы межжилковой паренхимы 15-20 %, а также побегов до 1-2 см). Аналогичная картина наблюдалась и при оценке состояния видов родов *Ligustrum* и *Jasminum*. У *L. lucidum*, устойчивого к действию отрицательной температуры, отмечены единичные повреждения тканей листа, а у слабоморозостойкого *L. compactum* обмерзание листового аппарата в дальнейшем, стало причиной опадения более 50 % листы. Для *J. nudiflorum* характерными были повреждения распутившихся цветков и 10-17 % бутонов. У вида *J. mesnyi* с низкой степенью морозостойкости погодные условия третьей декады января 2017 года вызвали обмерзание 30 % листы и единичные повреждения побегов (5-7 см). Сравнительный анализ уровня обводненности тканей листа и реального водного дефицита (D_{real}) показал, что в течение зимнего периода 2015-2016 годов изучаемые виды испытывали значительный водный стресс, в отличие от зимы 2016-2017 гг.

Таблица 2. Морозостойкость, реальный водный дефицит и обводненность тканей листьев некоторых видов семейства Oleaceae в условиях зимних периодов 2015-2016 г. и 2016-2017 г. *

Table 2. Frost resistance, real water deficit and total water content in leaf tissues of some Oleaceae genotypes during the winter periods of 2015-2016 and 2016-2017 *

Вид, сорт	Полевые условия			После 15 ч насыщения (лабораторные условия)		
	D _{real} , %	Оводненность, %	Морозостойкость, % (-10 °С ... -12 °С)	D _{real} , %	Оводненность, %	Морозостойкость, % (-10 °С ... -12 °С)
<i>Olea europaea</i>						
'Никитская'	13.32±0.58	57.42±1.14	81.13±4.13	3.12±0.12	63.96±1.53	98.65±2.76
'Раццо'	17.45±0.34	51.27±0.86	60.09±3.21	5.56±0.14	71.84±2.43	81.08±1.54
'Асколано'	19.76±0.23	50.48±1.45	59.79±2.45	4.14±0.09	67.31±1.65	75.12±3.64
'Кореджиоло'	17.53±0.45	49.81±1.17	50.12±4.35	5.74±0.21	69.81±2.41	65.32±3.37
<i>O. europaea</i> subsp. <i>cuspidata</i>	20.31±1.45	47.71±1.37	45.06±2.12	6.31±0.07	69.76±2.22	59.98±3.08
<i>Ligustrum</i>						
<i>L. compactum</i>	23.76±1.12	41.35±1.09	80.35±3.43	10.76±0.10	68.09±3.21	90.23±2.43
<i>L. delavayanum</i>	13.08±0.21	67.34±1.34	60.21±4.36	8.61±0.14	74.51±2.46	55.43±3.11
<i>L. lucidum</i>	9.65±0.62	53.42±1.31	39.78±3.45	6.34±0.23	69.87±2.25	44.89±2.79

* – исследования по видам рода *Jasminum* не проводились в связи с дефолиацией более 60 % зимой.

* – studies on species of the genus *Jasminum* were not carried out due to a defoliation of more than 60 % in winter.

Так, содержание воды и величина D_{real} у представителей рода *Olea* зимой 2016 г. находилась в пределах 55-67 % и 13-20 %, соответственно, а у видов рода *Ligustrum* – 48-69 % и 9-23 %. Следует отметить, что минимальные значения обводненности тканей листьев и максимальный уровень реального водного дефицита отмечен у представителей семейства *Oleaceae* с низкой степенью морозостойкости.

Холодный период 2016-2017 гг., был менее засушливым (количество осадков в ноябре составляло 85 % от нормы, а влажность почвы находилась в пределах 76-67 % НВ), что послужило причиной более высокого содержания воды и низкого уровня водного дефицита в тканях листьев изучаемых видов (D_{real} 6-19 %). Тем не менее, в условно оптимальных (по степени влагообеспеченности) условиях зимы 2016-2017 гг., различия в уровне водного дефицита у изучаемых видов и сортов семейства *Oleaceae*, с разной степенью морозостойкости, оставались существенными. Анализ изменения величины D_{real} и обводненности в течение зимних периодов 2015-2016 и 2016-2017 годов показал, что у устойчивых к отрицательным температурам представителей семейства *Oleaceae*, эти параметры отличаются относительно большей стабильностью по сравнению со слабоустойчивыми генотипами (Губанова, Браилко, 2016). Сопоставление изменения уровня водного дефицита и потенциальной морозостойкости у таксонов *Ligustrum* и сортообразцов *O. europaea* с контрастной морозостойкостью, позволил сделать вывод о различном влиянии этого параметра на устойчивость к отрицательным температурам представителей этих родов. Анализ полученных результатов показал, что снижение степени потенциальной морозостойкости у сорта Никитская и подвида *O. europaea* subsp. *cuspidata* совпадают с периодами развития максимально высокого водного дефицита. Следует отметить, что даже в условиях значительного недостатка водоснабжения (зима 2016 г.), водный дефицит у морозостойкого сорта Никитская значительно ниже, чем у слабоустойчивого подвида *O. europaea* subsp. *cuspidata*, что вероятно обусловлено более высокими значениями водоудерживающих сил и, соответственно, позволяет ему сохранять относительно стабильный водный статус. Для видов рода *Ligustrum* такой взаимосвязи не выявлено. У относительно морозостойкого вида *L. lucidum* уровень водного дефицита в периоды исследований с различной степенью водообеспеченности был невысоким, а морозостойкость относительно стабильной. В то же время, у слабоустойчивого *L. compactum* неизменно высокие значения D_{real} в зимние периоды сочетаются с низкой устойчивостью к отрицательным температурам. Для подтверждения выводов о связи степени морозостойкости с обводненностью тканей листа у представителей семейства *Oleaceae* в контролируемых условиях были проведены эксперименты по

выявлению влияния избыточного увлажнения на их зимостойкость. Установлено, что при действии температур -10°C в течение 10 часов, на ткани листьев с высоким уровнем водного дефицита развиваются значительные морозные повреждения у всех изучаемых видов. Так, у морозостойкого сорта маслины 'Никитская' повреждено 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. У представителей рода *Ligustrum* низкотемпературные повреждения также были ярко выражены и соответствовали уровню устойчивости вида: у слабоморозостойких *L. compactum* и *L. delavayanum* они составили от 30 % до 45 %, а у относительно резистентного *L. lucidum* наблюдались краевые некрозы у 15-18 % листьев.

После насыщения побегов водой у генотипов *O. europaea* наблюдалось некоторое повышение морозостойкости. 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. В отношении видов *Ligustrum* не выявлено аналогичной картины. В данном случае имитация избыточного увлажнения привела к снижению низкотемпературной устойчивости на 15-20 % у вида *L. lucidum*. У слабоморозостойких видов *L. compactum* и *L. delavayanum* снижение уровня водного дефицита не повлияло на изменение степени их устойчивости к отрицательным температурам. Вероятно, это связано с тем, что морфо-физиологические особенности листа *L. lucidum* позволяют противостоять развитию высокого уровня водного дефицита даже в условиях зимней засухи и, соответственно, избыток влаги в это время, отрицательно сказывается на низкотемпературной устойчивости.

Заключение

В результате изучения морозо- и зимостойкости некоторых представителей семейства *Oleaceae* в условиях интродукции на ЮБК выявлен ряд особенностей в реализации их приспособительных реакций. Так, установлено, что у всех изученных видов и сортов морозные повреждения в пределах побега распространяются базипетально, но нарушения целостности тканей побега у представителей разных родов имеют некоторые отличия, что, вероятно, связано с особенностями их строения. Относительно высокой зимостойкостью в условиях ЮБК характеризуются *O. europaea* 'Никитская', *L. lucidum*, *J. nudiflorum*. Установлено, что изучаемые виды существенно различаются по срокам достижения максимальной степени устойчивости к отрицательным температурам. Слабоморозостойкий вид и *J. mesnyi* обладает достаточно стабильной степенью морозостойкости в течение всего зимнего периода, которая резко снижается во второй половине марта, что связано с началом органообразовательных процессов. Аналогичная закономерность отмечена и у относительно устойчивого *J. nudiflorum* – падение морозостойкости связано с началом цветения (январь-февраль). У видов рода *Ligustrum* максимум морозостойкости приходится на конец декабря - начало января и в период высокой вероятности наступления морозов на ЮБК (конец января-февраль) снижается. Самый высокий уровень низкотемпературной устойчивости среди всех изученных представителей семейства *Oleaceae* выявлен у генотипов рода *Olea*. Максимальная морозостойкость у них сохраняется достаточно длительную время – с середины декабря по середину февраля. Необходимо отметить, что устойчивость к морозам у всех изученных видов варьирует в отдельные годы, что связано с погодными условиями холодного периода. Установлено, что реализация потенциальной морозостойкости зависит как от метеофакторов сопутствующих снижению температуры воздуха, так и от метеоусловий сложившихся в 10-дневный срок предшествующий дате наступления морозной погоды. В результате изучения связи оводненности тканей листа и водного дефицита с низкотемпературной устойчивостью у широколиственных видов семейства маслиновых установлено, что высокий уровень реального водного дефицита в зимний период отрицательно сказывается на устойчивости сортообразцов *O. europaea*. Для представителей рода *Ligustrum* такой зависимости не выявлено.

Литература

Антюфеев В. В. Агроклиматический потенциал субтропического садоводства в Крыму // Известия

Оренбургского гос. ун-та. 2015. № 4 (54). С. 185—188.

Браилко В. А. К вопросу о морозостойкости видов рода *Lonicera* L. на Южном берегу Крыма // Субтропическое и декоративное садоводство: Сборник научных трудов ГНУ ВНИИЦиСБ Россельхозакадемии. 2013. № 49. С. 244—248.

Врублевська О. О., Катеруша Г. П. Прикладна кліматологія. Конспект лекцій. Дніпропетровськ: Економіка, 2005. 131 с.

Губанова Т. Б., Браилко В. А. Сравнительная оценка устойчивости некоторых интродуцентов в коллекции Никитского ботанического сада к погодным условиям зимы 2011-2012 года // Черноморский бот. журн. 2013. Т. 9. № 2. С. 300—308.

Губанова Т. Б., Браилко В. А. Сравнительный анализ состояния некоторых субтропических видов растений коллекции Никитского ботанического сада в условиях зимнего периода // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: Матер. 6 междунар. конф. (20-25 июня, 2016). Санкт-Петербург, 2016. С. 113—117.

Губанова Т. Б., Браилко В. А., Палий А. Е. Морозостойкость некоторых вечнозеленых видов семейств *Oleaceae* и *Carpifoliaceae* на Южном берегу Крыма // Бюлл. Никит. ботан. сада. 2017. Вып. 125. С. 103—108.

Губанова Т. Б., Браилко В. А., Пилькевич Р. А. Зимостойкость некоторых видов декоративных кустарников и суккулентов в условиях Южного берега Крыма: методический аспект // Субтропическое и декоративное садоводство: Сборник научных трудов ГНУ ВНИИЦиСБ Россельхозакадемии. 2015. Вып. № 54. С. 103—110.

Каталог дендрологических коллекций арборетума Государственного Никитского ботанического сада / под ред. Т. В. Ереминой. Ялта, 1993. 103 с.

Карпун Ю. Н. Субтропическая декоративная дендрология. Санкт-Петербург, 2010. 399 с.

Корсакова С. П. Обзор стихийных гидрометеорологических явлений в районе Никитского ботанического сада // Практические итоги работы с дикорастущими и культурными растениями: Сборник научных трудов ГНБС. 2014. Т. 139. С. 79—93.

Кушниренко М. Д., Курчатова Г. П., Крюкова Е. В. Методы оценки засухоустойчивости плодовых растений. Кишинёв: Штиинца, 1976. 21 с.

Мязина Л. Ф. Генофонд и селекционный потенциал маслины в Никитском ботаническом саду // Сборник трудов Никит. ботан. сада. 2004. Т. 122. С. 25—31.

Палий А. Е., Гребенникова О. А., Палий И. Н., Губанова Т. Б. Сезонная динамика накопления фенольных соединений и изменения активности полифенолоксидазы у некоторых сортов *Olea europaea* // Сборник трудов Никит. ботан. сада. 2017. № 144-1. С. 222—226.

Палий А. Е., Губанова Т. Б., Палий И. Н. Ферментативная активность и особенности водного режима у сортов *Olea europaea* с различной морозостойкостью // Бюл. Никит. ботан. сада. 2017. № 125. С. 87—92.

Туманов И. И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. М.: Сельхозгиз, 1980. 198 с.

Фалькова Т. В. Определение сублетального водного дефицита в растениях // Методические указания по физиологической оценке устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды / под ред. Е. А. Яблонского. Ялта, 1980. С. 28—34.

Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур. Методические рекомендации / под ред. А. И. Лищука. М., 1991. 65 с.

Lodolini E. M., Alfei B., Santinelli A., Cioccolanti T., Poverigiani S., Neri D. Frost tolerance of 24 olive cultivars and subsequent vegetative re-sprouting as indication of recovery ability // *Scientia Horticulturae*. 2016. № 211. P. 152—157.

Winter hardiness of some *Oleaceae* species in the collection of the Nikitskiy Botanic Gardens

GUBANOVA Tatiana	Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center RAS, Nikitckiy spusk, 52, Yalta, 298648, Russia gubanova-65@list.ru
BRAILKO Valentina	Nikita Botanical Gardens - National Scientific Center RAS, Nikitckiy spusk, 52, Yalta, 298648, Russia valentina.brailko@yandex.ru
MYAZINA Lidiya	Nikita Botanical Gardens - National Scientific Center RAS, Nikitskiy spusk, 52, Yalta, 298648, Russia redrose22@yandex.ru

Key words:

winter hardiness, frost resistance, climatic factors, water deficiency, *Oleaceae*, *Olea*, *Ligustrum*, *Jasminum*

Summary:

The article characterizes frost resistance of some winter-vegetating species of *Oleaceae* family in a climate of the Southern Crimean Coast. *Olea europaea* 'Nikitskaya', *Ligustrum lucidum*, *Jasminum nudiflorum* demonstrate relatively high frost-hardiness. The realization of potential frost resistance depended both on weather factors associated with the air temperature fall down and on the weather conditions prevailing in the 10-day period preceding the date of frosty weather. High level of real water deficit during the winter period negatively affects the stability of *O. europaea* cultivars. In the studied species of the genus *Ligustrum* such correlation has not been revealed.

Is received: 24 september 2018 year

Is passed for the press: 03 december 2018 year

References

- Antyufeev V. V. Agroklimaticheskij potentsial subtropicheskogo sadovodstva v Krymu // Izvestiya Orenburgskogo gos. un-ta. 2015. № 4 (54). S. 185—188.
- Brailko V. A. K voprosu o morozostojkosti vidov roda Lonicera L. na Yuzhnom beregu Kryma // Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo: Sbornik nauchnykh trudov GNU VNIITsiSB Rosselkhozakademii. 2013. № 49. S. 244—248.
- Vrublevska O. O., Katerusha G. P. Prikladna klimatologiya. Konspekt lektsij. Dnipropetrovsk: Ekonomika, 2005. 131 s.
- Gubanova T. B., Brailko V. A. Sravnitel'naya otsenka ustojchivosti nekotorykh introdutsentov v kolleksii Nikitskogo botanicheskogo sada k pogodnym usloviyam zimy 2011-2012 goda // Tchernomorskij bot. zhurn. 2013. T. 9. № 2. S. 300—308.
- Gubanova T. B., Brailko V. A. Sravnitelnyj analiz sostoyaniya nekotorykh subtropicheskikh vidov rastenij kolleksii Nikitskogo botanicheskogo sada v usloviyakh zimnego perioda // Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiya rastenij: Mater. 6 mezhdunar. konf. (20-25 iyunya, 2016). Sankt-Peterburg, 2016. S. 113—117.
- Gubanova T. B., Brailko V. A. Palij A. E. Morozostojkost nekotorykh vetchnozelenykh vidov semejstv Oleaceae i Caprifoliaceae na Yuzhnom beregu Kryma // Byull. Nikit. botan. cada. 2017. Vyp. 125. S. 103—108.
- Gubanova T. B., Brailko V. A., Pilkevitch R. A. Zimostojkost nekotorykh vidov dekorativnykh kustarnikov i sukkulentov v usloviyakh Yuzhnogo berega Kryma: metodicheskij aspekt // Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo: Sbornik nauchnykh trudov GNU VNIITsiSB Rosselkhozakademii. 2015. Vyp. № 54. S. 103—110.
- Katalog dendrologicheskikh kolleksij arboretuma Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada / pod. red. T. V. Ereminoj. Yalta, 1993. 103 s.
- Karpun Yu. N. Subtropicheskaya dekorativnaya dendrologiya. Sankt-Peterburg, 2010. 399 s.
- Korsakova S. P. Obzor stikhijnykh gidrometeorologicheskikh yavlenij v rajone Nikitskogo botanicheskogo sada // Prakticheskie itogi raboty s dikorastutshimi i kulturnymi rasteniyami : Sbornik nauchnykh trudov GNBS. 2014. T. 139. S. 79—93.
- Kushnirenko M. D., Kurtchatova G. P., Kryukova E. V. Metody otsenki zasukhoustojchivosti plodovykh rastenij. Kishinyov: Shtiintsa, 1976. 21 s.

Myazina L. F. Genofond i selektsionnyj potentsial masliny v Nikitskom botanicheskom sadu // Sbornik trudov Nikit. botan. sada. 2004. T. 122. S. 25—31.

Palij A. E., Grebennikova O. A., Palij I. N., Gubanova T. B. Sezonnaya dinamika nakopleniya fenolnykh soedinenij i izmeneniya aktivnosti polifenoloksidazy u nekotorykh sortov *Olea europaea* // Sbornik trudov Nikit. botan. sada. 2017. № 144-1. S. 222—226.

Palij A. E., Gubanova T. B., Palij I. N. Fermentativnaya aktivnost i osobennosti vodnogo rezhima u sortov *Olea europaea* s razlichnoj morozostojkostyu // Byul. Nikit. botan. sada. 2017. № 125. S. 87—92.

Tumanov I. I. Fiziologicheskie osnovy zimostojkosti kulturnykh rastenij. M.: Selkhozgiz, 1980. 198 s.

Falkova T. V. Opredelenie subletalnogo vodnogo defitsita v rasteniyakh // Metodicheskie ukazaniya po fiziologicheskoj otsenke ustojchivosti rastenij k neblagopriyatnym usloviyam sredy / pod red. E. A. Yablonskogo. Yalta, 1980. S. 28—34.

Fiziologicheskie i biofizicheskie metody v selektsii plodovykh kultur. Metodicheskie rekomendatsii / pod red. A. I. Litshuka. M., 1991. 65 s.

Lodolini E. M., Alfei B., Santinelli A., Cioccolanti T., Polverigiani S., Neri D. Frost tolerance of 24 olive cultivars and subsequent vegetative re-sprouting as indication of recovery ability // *Scientia Horticulturae*. 2016. № 211. P. 152—157.

Цитирование: Губанова Т. Б., Браилко В. А., Мязина Л. Ф. Зимостойкость некоторых видов семейства *Oleaceae* в коллекции Никитского ботанического сада // *Hortus bot.* 2018. Т. 13, 2018, стр. 250 - 259, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=5784>. DOI: [10.15393/j4.art.2018.5784](https://doi.org/10.15393/j4.art.2018.5784)

Cited as: Gubanova T., Brailko V., Myazina L. (2018). Winter hardiness of some *Oleaceae* species in the collection of the Nikitskiy Botanic Gardens // *Hortus bot.* 13, 250 - 259. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=5784>