

hybrid forms were identified that have not one, but several desirable traits for use in breeding and 8 with a complex of economically useful traits - candidates for varieties. The perspective form 14/60 (Konservnaya Pozdnyaya x Otlichnica) was transferred to the State Export Testing as an Osennij Suvenir variety.

Key words: *quince; variety; hybrid form; resistance; yield; fruit quality; low growth*

УДК 582.931:58.02:58.036.5

DOI: 10.36305/0513-1634-2022-145-143-150

ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА МОРОЗО- И ЗИМОСТОЙКОСТЬ ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА OLEACEAE

Анфиса Евгеньевна Палий, Татьяна Борисовна Губанова,
Иван Николаевич Палий

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового
Красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52
E-mail: onlabor@yandex.ru

Обобщены результаты многолетних исследований потенциальной морозостойкости и элементов зимостойкости вечнозеленых видов сем. Oleaceae в условиях ЮБК. Выявлен видо- и родоспецифичный характер реализации адаптивных процессов при наличии условий для закаливания. Изучено влияние низкотемпературного стресса на выход электролитов и содержание фотосинтетических пигментов. Установлено, что прохождение второй стадии закаливания к отрицательным температурам приводит к значительным повреждениям клеточных мембран представителей рода *Olea*, в отличие от видов родов *Ligustrum* и *Osmanthus*. Показано, что у представителей семейства Oleaceae хлорофиллы принимают непосредственное участие в формировании морозоустойчивости. При воздействии отрицательных температур в листьях всех исследуемых видов происходит увеличение концентрации хлорофиллов «а» и «b», а также снижение соотношения «a/b» с различной степенью интенсивности.

Ключевые слова: *Oleaceae, выход электролитов, мембраны, фотосинтетические пигменты, морозостойкость, закаливание*

Введение

Климат Южного берега Крыма (ЮБК) позволяет широко использовать в декоративном садоводстве и плодоводстве как широколиственные вечнозелёные и раноцветущие виды, так и южные плодовые культуры. Среди представителей семейства Oleaceae большое количество древесных видов занимают важное место в хозяйственной деятельности человека в качестве плодовых и декоративных растений. Однако, одним из факторов, снижающих декоративность и урожайность ряда ценных видов и форм сем. Oleaceae, является высокая вероятность резких колебаний температуры воздуха зимой. Агрометеостанцией «Никитский сад» выявлена тенденция увеличения вероятности наступления опасных гидрометеорологических явлений, приводящих к повреждению ряда субтропических культур (понижение температур воздуха до -10°C и ниже). Кроме того, особенность климата данного региона состоит в неустойчивых погодных условиях холодного периода: частые смены тепла и холода, высокая вероятность провокационных оттепелей зимой, а также возвратных заморозков в начале весны. Анализ климатических изменений на ЮБК показал, что в последние годы в январе наблюдаются продолжительные глубокие оттепели, когда максимальные температуры воздуха повышаются до +12°C ...+16°C, после которых, с высокой вероятностью, возможны резкие понижения температуры [7, 13]. Согласно теории морозостойкости древесных растений [14], важную роль в развитии адаптационного

синдрома при действии отрицательных температур играет способность растительного организма к закаливанию при наличии условий, необходимых для его прохождения [10, 12]. Однако, многие субтропические виды (особенно не имеющие ярко выраженного физиологического покоя) не обладают этой способностью.

Поэтому определение потенциальной морозостойкости, элементов зимостойкости, а также особенностей адаптации к действию отрицательных температур различной продолжительности и интенсивности субтропических видов на ЮБК актуально для решения задач интродукции и селекции.

Исследования, направленные на выявление физиологических и биохимических параметров растений в условиях нарастающего действия гидротермического стресса, служат основой для определения комплекса характеристик, функционально связанных с реализацией защитных механизмов. Результаты таких работ способствуют оптимизации методов объективной экспресс-диагностики комплексной устойчивости хозяйственно ценных видов древесных растений.

Одной из первых и неспецифических реакций растений на действие различных стрессоров является повреждение клеточных мембран. При действии низких и отрицательных температур происходят различные изменения физико-химических свойств мембран, в частности повышается их проницаемость для электролитов [16, 19]. Кондуктометрическое определение выхода электролитов позволяет быстро выявить степень устойчивости растений к низкотемпературному стрессу [20]. Эффективная работа фотосинтетического аппарата листа также является важным показателем устойчивости растительного организма. Основными фотосинтетическими пигментами растений являются хлорофиллы «а» и «b», от их количества и эффективности работы зависит продуктивность растений. Хлорофилл «а» улавливает энергию света и испускает высокоэнергетические электроны в две фотосистемы P680 и P700. Хлорофилл «b» выполняет вспомогательные функции, захватывая и передавая высокоэнергетические электроны хлорофиллу «а» [17]. Количественное содержание и соотношение фотосинтетических пигментов служит важнейшей характеристикой адаптивного потенциала растения [15].

Цель исследований заключалась в выявлении особенностей реализации потенциальной морозостойкости, а также оценка влияния отрицательных температур на выход электролитов и содержание фотосинтетических пигментов у вечнозеленых представителей сем. Oleaceae, произрастающих в условиях Южного берега Крыма.

Объекты и методы

Объектом исследования служили вегетативные органы некоторых вечнозеленых видов семейства Oleaceae: *Olea europaea* L., подвид *O. europaea* subsp. *cuspidata* (Wall. & G.Don) Cif., *Ligustrum lucidum* W.T.Aiton, *Ligustrum compactum* (Wall. ex G.Don) Hook, *Osmanthus* × *fortunei* Carriere. Для определения биохимических и физиологических параметров с коллекционных участков Никитского ботанического сада отбирали однолетние листья со средней части побегов.

Опыты по искусственному промораживанию однолетних побегов осуществляли в течение холодных периодов 2017-2021 гг. при различных температурных режимах. Градиент изменения температуры в камере составил 2°C в час [11]. Для определения влияния отрицательных температур и условий прохождения стадий закаливания на состояние мембран и содержания хлорофиллов исследуемых генотипов, была проведена серия экспериментов с экспозицией при 0°C не менее 6 часов (1-я стадия) и при -2°C не менее 6 часов (2-я стадия). В дальнейшем основным действующим фактором была температура, близкая к значению абсолютного минимума на ЮБК – 12°C. Опыты осуществляли в климатической камере Votsch VT 4004. Для оценки

функционального состояния растений во время воздействия гипотермического стресса измеряли параметры фотосинтетической активности при помощи портативного хронофлуориметра «Floratest» [2, 18].

Проницаемость клеточных мембран определяли по выходу электролитов из высечек листьев в дистиллированную воду с использованием портативного кондуктометра Ohaus Starter 300. Для этого брали навеску высечек листьев растений каждого варианта, тщательно промывали дистиллированной водой для удаления клеточного сока со срезов, обсушивали фильтровальной бумагой, затем делили на несколько частей и заливали дистиллированной водой. После экстракции в течение 6 ч определяли электропроводность раствора. Затем стаканчики с растительным материалом доводили до кипения, остужали до комнатной температуры, после чего доводили объем до исходной величины и определяли полный выход электролитов по электропроводности той же вытяжки после разрушения мембраны кипячением. Результирующий выход электролитов рассчитывали в процентах от полного выхода [3].

Количественное определение пигментов проводили с использованием спектрофотометра КФК 3 КМ по методике В.Ф. Гавриленко и соавт. [1]. Анализ каждой пробы проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с использованием критерия Стьюдента, достоверными считали изменения, где $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В результате многолетних исследований потенциальной морозостойкости и элементов зимостойкости у вечнозеленых видов сем. Oleaceae выявлено, что генотипы *Olea europaea*, *Ligustrum lucidum* и *Osmanthus × fortune* характеризуются относительно высокой устойчивостью (критические температуры варьируют в пределах $(-10^{\circ}\text{C} \dots -13^{\circ}\text{C})$). Однако, реализация потенциальной устойчивости значительно зависит от погодных условий конкретного холодного периода, и эта зависимость родоспецифична. Так, засуха во время холодного периода, вызывающая развитие высокого уровня водного дефицита в тканях листьев генотипов рода *Olea* приводит к снижению их реальной морозостойкости. У видов родов *Osmanthus* и *Ligustrum* наоборот, высокая оводненность тканей листа способствует снижению низкотемпературной резистентности. Выявленные особенности водного режима, вероятно, свидетельствуют о наличии эффективного механизма связывания воды (при низком уровне водного дефицита) в листьях представителей рода *Olea*, и, наоборот, высокой доле относительно свободной воды у видов родов *Osmanthus* и *Ligustrum*, что, в свою очередь, способствует образованию внутриклеточного льда и снижению морозостойкости [8]. При этом, понижение температуры до отрицательных значений в условиях относительно высокой влажности воздуха снижает интенсивность морозных повреждений у генотипов рода *Olea*, в отличие от видов родов *Osmanthus* и *Ligustrum*. Такая картина может быть объяснена снижением интенсивности транспирации, и соответственно более низкой скоростью развития водного дефицита в листьях, что особенно важно для представителей рода *Olea*. Поскольку при реализации защитных механизмов от действия отрицательных температур чрезвычайно важны процессы, обеспечивающие перераспределение воды в тканях для снижения вероятности образования внутриклеточного льда, в которых значительную роль играют клеточные мембраны, была проведена серия экспериментов по оценке их состояния у побегов изучаемых видов, при имитации условий, необходимых для прохождения двух стадий закалывания. Установлено, что такое низкотемпературное воздействие оказалось губительным для листьев подвигда *O. europaea* subsp. *cuspidata*, а для *O. europaea* отмечено снижение степени морозостойкости. Повреждения листьев маслины европейской достигали 18%, в то время

как при проведении экспериментов без имитации второй стадии закаливания, обмерзания были единичными. В этих же условиях, у представителей родов *Ligustrum* и *Osmanthus*, наблюдалось слабое увеличение морозоустойчивости.

При воздействии отрицательных температур у всех изученных генотипов происходило увеличение выхода электролитов на 7-25% (табл. 1). Наиболее высокие значения данного показателя выявлены в листьях *O. europaea*, а также подвида *O. europaea subsp. cuspidata*. Минимальные изменения проницаемости мембран происходили у *L. compactum*. Прохождение второй стадии закаливания к отрицательным температурам приводило к значительным повреждениям клеточных мембран листьев *O. europaea* и *O. europaea subsp. cuspidata* и, соответственно, к снижению устойчивости к отрицательным температурам этих генотипов.

У видов родов *Ligustrum* и *Osmanthus* мембраны клеток повреждались незначительно, что свидетельствует об изменении их физических свойств (переход золь-гель) при прохождении закаливания и повышения их морозостойкости.

Процессы фотосинтеза являются ключевым звеном в продуктивности, росте и развитии растений, при этом, они обладают высокой чувствительностью к действию различных факторов внешней среды. Изменения в работе фотосинтетического аппарата в ответ на внешние воздействия могут носить как адаптивный характер, способствуя сохранению нормальной жизнедеятельности, так и связаны с развитием стрессового состояния, сопровождающегося различными негативными нарушениями. Результаты многолетних исследований работы ФС 2 у вечнозеленых видов семейства Oleaceae показали, что отрицательные температуры оказывают существенное влияние на уровень максимальной флуоресценции и эффективность световой фазы фотосинтеза, а также являются причиной снижения соотношения F_m/F_0 ниже 5 у большинства его представителей, за исключением *O. × fortune* и *L. lucidum* [4-6]. Нарушения в работе фотосинтетического аппарата при действии отрицательных температур вечнозеленых видов семейства Oleaceae зависят как от интенсивности низкотемпературного воздействия, так и от его продолжительности. Наличие условий, необходимых для прохождения второй стадии закаливания, способствует сохранению нормальной работы фотосинтетического аппарата у устойчивого вида *L. lucidum*, и оказывает негативное влияние на фотосинтез у генотипов *O. europaea*. В листьях *O. europaea* в этих условиях отмечено увеличение снижения максимальной флуоресценции и вариабельной флуоресценции, что свидетельствует о рассеивании энергии возбуждения в виде тепла. Это может быть связано с тем, что ЮБК – северная граница ареала представителей рода *Olea*. Наиболее ярко указанные изменения в состоянии ФС 2 наблюдались спустя 24 часа после окончания низкотемпературного воздействия, но до появления визуальных признаков повреждений листа. Сравнение параметров F_m и F_{st} до действия отрицательных температур позволяет сделать обоснованное предположение о том, что в фотосинтетическом аппарате слабостойких генотипов (например, подвида *O. europaea subsp. cuspidata*) большая часть хлорофилла в пределах фотосистемы входит в реакционные центры. У морозостойких представителей сем. Oleaceae соотношение этих параметров значительно выше, что, вероятно, связано с наличием некоторого «пула» хлорофиллов, обеспечивающих стабильность фотосинтетических процессов в стрессовых условиях.

Поскольку известно, что содержание хлорофиллов в тканях листьев может играть не только значительную роль в обеспечении сохранения фотосинтетической активности в стрессовых условиях в качестве упомянутого пула пигментов, обеспечивающих эффективную миграцию энергии по пигментной матрице, но и, благодаря системе сопряженных двойных связей, в структуре молекулы, выполнять протекторную функцию по отношению к мембранным структурам фотосинтетического аппарата. В связи с этим, был проведен анализ содержания хлорофиллов у

вечнозеленых видов семейства Oleaceae после контролируемого воздействия отрицательных температур (табл. 1).

Таблица 1

Изменение проницаемости клеточных мембран и фотосинтетических пигментов у представителей семейства Oleaceae при действии отрицательных температур

Образец	Вариант	Выход электролитов, %	Содержание, мг/г		
			Хлорофилл «а»	Хлорофилл «б»	Сумма хлорофиллов «а» и «б»
<i>Olea europaea</i>	контроль	24,64±0,70	3,19±0,08	0,94±0,02	4,19
	опыт	31,64±0,95	3,18±0,08	1,19±0,03	4,37
<i>O. europaea</i> subsp. <i>cuspidata</i>	контроль	41,47±1,45	1,21±0,03	0,29±0,01	1,50
	опыт	55,16±1,83	1,30±0,03	0,44±0,01	1,74
<i>Ligustrum lucidum</i>	контроль	11,83±0,30	2,40±0,06	0,83±0,02	3,23
	опыт	13,61±0,84	2,88±0,07	0,82±0,03	3,70
<i>L. compactum</i>	контроль	14,02±0,44	3,32±0,08	1,03±0,03	4,35
	опыт	15,16±0,04	5,15±0,15	1,95±0,06	7,10
<i>Osmanthus × fortunei</i>	контроль	13,48±0,49	2,35±0,07	0,75±0,02	3,10
	опыт	15,31±0,90	3,33±0,11	1,50±0,05	4,83

В результате изучения содержания фотосинтетических пигментов у представителей семейства Oleaceae установлено, что в контроле, отобранном в полевых условиях, концентрация хлорофилла «а» колебалась в пределах 1,21-3,32 мкг/г в пересчете на сухой вес; хлорофилла «б» – 0,29-1,03 мкг/г. Максимальным содержанием хлорофиллов «а» и «б» отличались листья *O. europaea* и *L. compactum*; минимальным – *O. europaea* subsp. *cuspidata*. При воздействии отрицательных температур в контролируемых условиях наблюдалось возрастание суммарного содержания хлорофиллов на 4-39% у всех исследуемых генотипов (табл. 1). Существенные изменения в концентрации хлорофиллов наблюдались для видов *L. compactum* и *Osmanthus × fortunei*. В листьях *L. compactum* концентрация хлорофилла «а» увеличивалась на 35,5%, а хлорофилла «б» на 47,2%. У представителей рода *Olea* увеличение суммарного содержания пигментов было незначительным и происходило за счет увеличения концентрации хлорофилла «б», при практически неизменной концентрации хлорофилла «а».

Важным параметром, характеризующим реакцию растительного организма на действие стрессовых факторов, является соотношение между хлорофиллами «а» и «б». Этот показатель может характеризовать потенциальную фотохимическую активность и определять степень устойчивости растительного организма к неблагоприятным условиям внешней среды. Нормальным соотношением хлорофилла «а» к хлорофиллу «б» считается 3:1 [9]. В контроле соотношение хлорофиллов а/б составляло 3,1-3,5 у всех изучаемых видов за исключением *O. europaea* subsp. *cuspidata*, в листьях которой соотношение ставило 4,2 (рис.1).

Воздействие отрицательных температур приводило к выраженному снижению соотношения хлорофиллов а/б до 2,3-2,9 у видов *O. europaea*, *L. lucidum*, *L. compactum* и *Osmanthus × fortunei*, а в листьях *O. europaea* subsp. *cuspidata* соотношение хлорофиллов а/б опускалось до 3,1. Наиболее значительно соотношение пигментов изменялось в листьях *O. europaea* subsp. *cuspidata*. В листьях представителей рода *Ligustrum* изменения соотношения между хлорофиллами «а» и «б» были менее выражены. Подобные изменения в соотношении содержания хлорофиллов а/б свидетельствуют о снижении адаптационной способности *O. europaea* subsp. *cuspidata* и *Osmanthus × fortunei* при действии отрицательных температур.

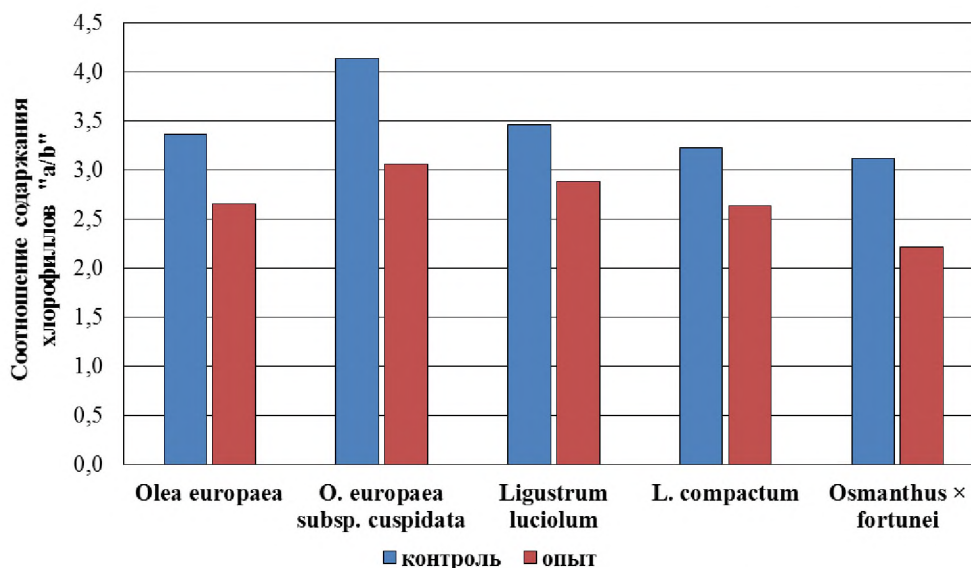


Рис. 1 Соотношение содержания хлорофилла «а» к хлорофиллу «b» у представителей сем. Oleaceae при действии отрицательных температур в контролируемых условиях

Выводы

Установлено, что сочетание высокой влажности воздуха и отрицательных температур снижает интенсивность морозных повреждений у генотипов рода *Olea*, а у видов родов *Osmanthus* и *Ligustrum* наблюдается обратная картина. Имитация зимней воздушной засухи является причиной летальных повреждений листьев подвигда *O. europaea subsp. cuspidata* и снижения потенциальной морозостойкости у *O. europaea*. У представителей родов *Ligustrum* и *Osmanthus* в аналогичных условиях отмечено слабое увеличение морозостойкости.

Условия, необходимые для прохождения стадий закалывания, негативно влияют на устойчивость фотосинтетического аппарата к отрицательным температурам у генотипов рода *Olea*, а у представителей родов *Ligustrum* и *Osmanthus*, наоборот, способствуют нормальному течению фотосинтетических процессов при криострессе.

Прохождение второй стадии закалывания к отрицательным температурам приводит к значительным повреждениям клеточных мембран листьев *O. europaea* и *O. europaea subsp. cuspidata*, обуславливая снижение устойчивости к отрицательным температурам этих генотипов. У видов родов *Ligustrum* и *Osmanthus* мембраны клеток оказались более устойчивыми, что свидетельствует об изменении их физических свойств при прохождении закалывания и повышении морозостойкости.

При действии низкотемпературного стресса в листьях видов *L. compactum* и *Osmanthus x fortunei* наблюдается значительное увеличение концентрации хлорофиллов «а» и «b», в то время как у представителей рода *Olea* суммарное содержание пигментов увеличивается незначительно и происходит за счет возрастания концентрации хлорофилла «b». Воздействие отрицательных температур также приводит к снижению соотношения хлорофиллов a/b у всех изучаемых видов, особенно у подвигда *O. europaea subsp. cuspidata*. Анализ полученных данных показал, что у представителей семейства Oleaceae хлорофиллы принимают непосредственное участие в формировании устойчивости к отрицательным температурам.

Благодарности

Исследования выполнены на оборудовании ЦКП «Физиолого-биохимические исследования растительных объектов» (ФБИ РО) ФГБУН «НБС- ННЦ» (Ялта, Россия)

Список литературы

1. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. Учебное пособие. – М., «Высш. школа», 1975. – 392 с.
2. Гольцев В.Н., Каладжи М. Х., Кузманова М. А., Аллахвердиев С. И. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений. М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014. – 220 с.
3. Грищенко Н.Н., Лукаткин А.С. Определение устойчивости растительных тканей к абиотическим стрессам с использованием кондуктометрического метода // Поволжский экологический журнал. – 2005. – № 3. – С. 3-11.
4. Губанова Т.Б. Влияние отрицательных температур на состояние фотосинтетического аппарата вечнозеленых видов рода *Osmanthus* Lour. // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2020. – № 137. – С. 133-138.
5. Губанова Т.Б., Палий А.Е. Физиолого-биохимические аспекты морозостойкости *Olea europaea* L. // Физиология растений. – 2020. – Т. 67. – № 4. – С. 428-437.
6. Губанова Т.Б., Палий А.Е., Палий И.Н. Морозостойкость представителей семейства Oleaceae в условиях Южного берега Крыма (ЮБК) // IX Съезд общества физиологов растений России: «Физиология растений – основа создания растений будущего». Тезисы докл. – Казань, 2019. – С. 140.
7. Корсакова С.П. Оценка будущих изменений климата на Южном берегу Крыма. – Экосистемы – 2018 - № 15 (45) – С. 151-165.
8. Красавцев О.А. Калориметрия растений при температурах ниже нуля. АН СССР. Ин-т физиологии растений им. К.А. Тимирязева. – М.: Наука, 1972. – 117 с.
9. Лебедева Т.С., Сытник К.М. Пигменты растительного мира. – Киев: Наук. Думка, 1986. – 83 с.
10. Мануильский В.Д. Формирование криорезистентности и устойчивости растений к низким температурам. – Киев: Наук. Думка, 1998. – 115 с.
11. Методические указания по физиологической оценке устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур /под ред. А.И. Лищука /. – М. – 1991 – 29-31 с.
12. Петров К.А., Софронова В.Е., Чепалов В.А., Перк А.А., Максимов Т.Х. Сезонные изменения содержания фотосинтетических пигментов у многолетних травянистых растений криолитозоны // Физиология растений. – 2010. – Т. 57. – №2. – С. 192-199.
13. Плугатарь Ю.В., Корсакова С.П., Ильницкий О.А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь: ИТ Ариал, 2015. – 161с.
14. Туманов И.И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. – М., Сельхозгиз. 1980. – 234 с.
15. Baccari S., Elloumi O., Châari-Rkhis A., Fenollosa E., Morales M., Drira N., Ben Abdallah F., Fki L., & Munné-Bosch S. Linking Leaf Water Potential, Photosynthesis and Chlorophyll Loss With Mechanisms of Photo- and Antioxidant Protection in Juvenile Olive Trees Subjected to Severe Drought // Frontiers in Plant Science. – 2020. – No. 11. – P. 232.
16. Bajji M., Kinet JM., Lutts S. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat // Plant Growth Regulation – 2002. – № 36. – P. 61-70.
17. Berg J.M. Light Absorption by Chlorophyll Induces Electron Transfer.” Biochemistry. 5th edition. - U.S. National Library of Medicine, 1970.
18. Romanov V.A., Galelyuka I.B., Sarakhan Ie.V. Portable fluorometer Floratest and

specifics of its application // Sensor Electronics and Microsystem Technol. – 2010. – Vol. 1 (7). – № 3. – P. 39-44.

19. Takele A. Differential responses of electrolyte leakage and pigment compositions in maize and sorghum after exposure to and recovery from pre-and post-flowering dehydration // Agric. Sci. China – 2010. – № 9. – P. 813-824.

20. Whitlow T.H., Bassuk N.L., Ranney T.G., Reichert D.L. An improved method for using electrolyte leakage to assess membrane competence in plant tissues // Plant Physiol. – 1992. – Vol. 98. – P. 198-205.

Статья поступила в редакцию 06.10.2022 г.

Paliy A.E., Gubanov T.B., Paliy I.N. The effect of negative air temperatures on frost and winter resistance in some evergreen species of Oleaceae family // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2022. – № 145. – P. 143-150

The results of the long-term studies of potential frost resistance and some elements of winter hardiness in evergreen species of Oleaceae family on the South Coast of Crimea have been summarized. It has been revealed that adaptive processes implementation has the species- and genus-specific nature under the favorable hardening conditions. The effect of low-temperature stress on the electrolytes output and the amount of photosynthetic pigments was studied. It has been found out that at the second stage of hardening to negative temperatures cell membranes were significantly damaged in *Olea* species, in contrast to *Ligustrum* and *Osmanthus* species. It has been shown that in the species of Oleaceae family, chlorophylls are directly involved in the frost resistance formation. In the leaves of all studied species, under the pressure of negative temperatures, an increase in the chlorophylls "a" and "b" concentration occurs, as well as a decrease in the ratio "a/b" with various intensity.

Key words: *Oleaceae, electrolyte output, membranes, photosynthetic pigments, frost resistance, hardening*