

20. Mawa S., Husain K., Jantan I. *Ficus carica* L. (Moraceae): Phytochemistry, Traditional Uses and Biological Activities // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine Volume. – 2013. – <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2013/974256/>

21. Slavin J. L. Figs: Past, Present, and Future // Nutrition Today. – 2006. – Vol.41, № 4. – P. 180 – 184.

22. Solomon A., Golubowicz S., Yablowicz Z., Grossman S., Bergman M., Gottlieb H.E., Altman A., Kerem Z., Flaishman M.A. Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.) // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2006. – Vol.4, № 20. – P. 7717 – 7723.

23. Trichopoulou A., Vasilopoulou E., Georga K., Soukara S., Dilis V. Traditional foods: Why and how to sustain them // Trends in Food Science & Technology. – 2006. – Vol.17, № 9. – P. 498 – 504.

Статья поступила в редакцию 14.11.2017 г.,

Marchuk N., Dunaevskaya E., Shishkina E. The content of biologically active substances in the figs of two varieties in the collection of Nikitsky Botanical Gardens // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2017. – № 125. – P. 97–103.

The figs of the Lardaro variety are characterized by a high content of pectin substances, phenolic compounds and essential elements.

Key words: *Ficus carica* L.; sugars; ascorbic acid; pectins; phenols

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 58.036.5:674.031.973:634.63:908

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВ OLEACEAE И CAPRIFOLIACEAE НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

**Татьяна Борисовна Губанова, Валентина Анатольевна Браилко,
Анфиса Евгеньевна Палий**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита
gubanova-65@list.ru

Представлены результаты исследований морозостойкости сортов *Olea europaea*, а также видов родов семейства Oleaceae (*Jasminum*, *Ligustrum*) и семейства Caprifoliaceae (*Lonicera*, *Abelia*). Дана характеристика морозных повреждений. Установлено, что среди представителей семейства Oleaceae высокой морозостойкостью отличаются виды *J. nudiflorum* и *Ligustrum lucidum*, а из семейства Caprifoliaceae – *Lonicera pileata* и *Lonicera fragrantissima*.

Ключевые слова: морозостойкость; Caprifoliaceae; Oleaceae; критические температуры

Введение

Климат Южного берега Крыма позволяет достаточно широко использовать в декоративном садоводстве и плодоводстве как широколиственные вечнозеленые и раноцветущие виды, так и южные плодовые культуры. Тем не менее одним из факторов, снижающих декоративность и урожайность ряда ценных видов и форм

являются резкие перепады температуры воздуха в течение холодного периода. Агрометеостанцией «Никитский ботанический сад» выявлена тенденция увеличения вероятности наступления стихийных гидрометеорологических явлений, опасных для ряда субтропических культур (понижение температур воздуха до -10°C и ниже) на Южном берегу Крыма (ЮБК) [3]. В коллекции древесных растений Никитского ботанического сада виды семейств Oleaceae и Caprifoliaceae представлены достаточно широко. Для многих из них ЮБК является северной границей культурного ареала. Среди представителей указанных семейств имеется достаточно большое количество вечнозеленых и зимневегетирующих декоративных растений, пригодных для круглогодичной экспозиции в парках и рекреационных зонах ЮБК. Однако, для их широкого использования в садоводстве необходима детализация информации о степени устойчивости к неблагоприятным условиям холодного периода. Поэтому определение морозо- и зимостойкости субтропических видов на ЮБК является актуальным для решения задач интродукции и селекции.

В связи с этим цель наших исследований заключалась в выявлении степени низкотемпературной устойчивости и характера морозных повреждений у представителей родов *Jasminum*, *Ligustrum*, *Lonicera*, *Abelia*, *Olea*.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований были выбраны следующие виды, сорта и формы: семейство Oleaceae – *Olea europaea* L. ('Никитская', 'Крымская звезда' - селекции НБС; 'Кореджиоло', 'Асколяно', 'Раццо', 'Личина' – интродуценты средиземноморского происхождения и подвид *O. europaea* subsp. *cuspidata* (Wall ex G. Don) Cif.); род *Jasminum* Hoffsgg (*J. premianum* Hance., *J. nudiflorum* Lindl., *J. beesianum* Lindl.), род *Ligustrum* L. (*L. compactum* Brandis., *L. lucidum* Ait. f., *L. delavayanum* Hariot.), а также виды и формы семейства Caprifoliaceae: род *Lonicera* L. (*L. nitida* Wils., *L. pileata* Oliv., *L. pileata* 'Variegata', *L. nitida* 'Elegant' – мелколиственные *L. fragrantissima* Lindl. et Paxt. и *L. japonica* Thunb. – крупнолиственные и род *Abelia* R.Br. (*Abelia* × *grandiflora* (Rovelli ex Andre) Rehder).

Визуальную оценку морозных повреждений проводили в периоды значительного понижения температуры воздуха. Опыты по искусственному промораживанию однолетних побегов осуществляли в периоды максимальной вероятности наступления морозов (январь-февраль) с использованием климатической камеры («Votsch VT 4004», Германия) с предварительной закалкой при температурах от -5°C до -20°C . Градиент изменения температуры в камере составил 2°C в час [2]. Погодные условия на ЮБК в начале декабря были достаточно теплыми средняя температура первой декады декабря $+8^{\circ}\text{C} \dots +12^{\circ}\text{C}$ (на 3°C - 5°C выше нормы). Вторая декада, и большая часть третьей характеризовались более прохладными условиями, мало отличающимися от нормы. Значительное похолодание произошло в период 29-31.12.2015 г., в результате которого температура воздуха снизилась до $-7,9^{\circ}\text{C}$ и удерживалась более 6 часов.

Погода первой половины января была изменчивой, с волнами тепла и холода среднесуточные температуры менялись в пределах $+4^{\circ}\text{C} \dots +8^{\circ}\text{C}$, и в целом средняя температура месяца была на $3,2^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. В третьей декаде января, в результате активной циклонической деятельности температура воздуха опустилась до $-5,4^{\circ}\text{C} \dots -6,6^{\circ}\text{C}$ (23-24 января). С целью определения влияния таких метеофакторов как влажность воздуха и скорость ветра на интенсивность морозных повреждений рассчитывали эквивалентно-эффективную температуру (ЭЭТ) по формуле А. Миссенарда [1]:

$$\Delta T = \frac{37 - (37 - Ta)}{(0,68 - 0,0014 * RH + \frac{1}{1,76 + 1,4v^{0,75}})} - 0,29Ta * \left(1 - \frac{RH}{100}\right),$$

где, Ta – температура сухого термометра, °C; RH – относительная влажность воздуха, v – скорость ветра, м/с.

Результаты и обсуждение

С помощью метода искусственного промораживания установлено, что у представителей семейства Oleaceae морозостойкость в пределах однолетнего побега понижается в ряду побег – терминальная почка – лист. У вечнозеленых видов семейства Caprifoliaceae выявлена аналогичная закономерность. Исключение составили зимне- и ранневесеннецветущие виды, у которых в зависимости от стадии развития, морозостойкость почек может существенно снижаться в течение зимнего периода. В частности, у видов *Lonicera fragrantissima* и *Abelia × grandiflora* при понижении температуры воздуха до $-5^{\circ}\text{C} \dots -7^{\circ}\text{C}$ отмечены существенные повреждения распускающихся почек, в то время как ткани листьев проявляли более высокую устойчивость (обмерзание носило единичный характер). Следует отметить, что у представителей семейства Caprifoliaceae и рода *Ligustrum* повреждения листьев в пределах однолетнего побега распространяется базипетально, а у сортообразцов вида *O. europaea* – акропетально. Иными словами, более низкая морозостойкость наблюдалась у листьев ранних сроков развития. У видов рода *Jasminum* морозные повреждения носят видоспецифичный характер: у зимнецветущего *J. nudiflorum* при понижении температуры воздуха до отрицательных значений в первую очередь обмерзают раскрывшиеся цветки ($-5^{\circ}\text{C} \dots -7^{\circ}\text{C}$), при этом бутоны проявляют более высокую устойчивость, в то время как у *J. premianum* при таких же значениях температуры повреждаются листья, а при более низких ($-8^{\circ}\text{C} \dots -10^{\circ}\text{C}$) – обмерзают ткани побегов. Относительно более морозостойким оказался *J. nudiflorum*, у которого выявлены единичные случаи обмерзания апикальной части побегов. Типичным морозным повреждением листа у *J. premianum* следует считать краевые некрозы.

Для большинства изучаемых сортов и форм маслины начальной повреждающей температурой оказалось -8°C , а значения критических температур располагались в пределах $-12^{\circ}\text{C} \dots -16^{\circ}\text{C}$. В контролируемых условиях, при действии температуры -12°C в течение 15 часов, у сортов Никитская и Крымская звезда отмечена минимальная степень обмерзания листьев: 16% и 7%, соответственно. Минимальная морозостойкость листьев оказалась у сорта Кореджиоло (повреждено 90% листьев), однако, при этом не выявлено обмерзания почек и побегов. У сортов Раццо и Асколяно повредились не только листья, но и побеги и почки. Слабая устойчивость к отрицательным температурам отмечена и у подвида *O. europaea subsp. cuspidata* – 70% листьев, и до 5-7 см. апикальных частей побегов. Морозные повреждения листовых пластинок проявляются в виде краевых некрозов или некрозов межжилкового пространства. У сортов с низкой морозостойкостью повреждались черешки, что в дальнейшем приводило к дефолиации.

Таким образом, относительно высокая морозостойкость наблюдалась у сортов Никитская, Крымская звезда. Среднеустойчивым оказался сорт Раццо. Слабоустойчивые сорта – Кореджиоло и Асколяно. Минимальная низкотемпературная устойчивость выявлена у подвида *O. europaea subsp. cuspidata*.

В результате визуальных наблюдений, а также с помощью метода искусственного промораживания побегов установлено, что среди видов рода *Ligustrum* низкотемпературная устойчивость снижалась в порядке *Ligustrum lucidum*, *Ligustrum delavayanum*, *Ligustrum compactum*. У видов рода *Ligustrum* наиболее часто

низкотемпературное воздействие приводит к появлению краевых некрозов и в отдельных случаях повреждению центральной жилки листа.

Эксперименты в контролируемых условиях показали, что листья мелколиственных представителей семейства Caprifoliaceae (*Lonicera nitida*, *Lonicera pileata*, *Lonicera pileata* 'Variegata', *Lonicera nitida* 'Elegant') проявляют сравнительно более низкий уровень морозоустойчивости, чем крупнолиственные виды (*Lonicera japonica* и *Lonicera fragrantissima*). Начальные повреждения листьев в виде точечных некрозов межжилкового пространства на абаксимальной поверхности отмечены у *A. × grandiflora*, *Lonicera nitida*, *Lonicera pileata* и их садовых форм при 10 часовом воздействии температуры $-8^{\circ}\text{C} \dots -9^{\circ}\text{C}$. Повреждения жилок и черешков листьев *Lonicera nitida*, *Lonicera pileata* и *A. × grandiflora*, которые приводили к дефолиации, были отмечены при $-10^{\circ}\text{C} \dots -12^{\circ}\text{C}$. У *Lonicera japonica* при воздействии температур $-7^{\circ}\text{C} \dots -9^{\circ}\text{C}$ были зафиксированы обратимые повреждения в виде утраты тургора, скручивания листьев и проявления хлорозных пятен. Необратимые изменения листьев *Lonicera japonica* и *Lonicera fragrantissima* – некротические пятна, занимающие более 60% площади, повреждения проводящей системы и черешка – наблюдались при температурах в пределах $-12^{\circ}\text{C} \dots -15^{\circ}\text{C}$. Минимальной низкотемпературной устойчивостью обладают листовые пластины садовой формы *L. pileata* 'Variegata', у которой даже точечные некрозы в безхлорофильной части ведут к полной утрате функциональной активности листа.

Таким образом, установлено, что температуры $-7^{\circ}\text{C} \dots -8^{\circ}\text{C}$, являются начальными повреждающими для тканей листа видов *A. × grandiflora*, *Lonicera nitida*, *Lonicera pileata*, критические же значения температур находятся в пределах $-10^{\circ}\text{C} \dots -12^{\circ}\text{C}$. Более высокая морозостойкость характерна для крупнолиственных видов рода *Lonicera*: *Lonicera japonica* и *Lonicera fragrantissima* – необратимые повреждения тканей листа у которых отмечены при температуре $-10^{\circ}\text{C} \dots -15^{\circ}\text{C}$.

Почки возобновления изученных видов также имеют различный уровень устойчивости. Критические температуры, определенные в период максимальной вероятности наступления морозов на Южном берегу Крыма (январь-февраль), составили $-12,5^{\circ}\text{C}$ для *Lonicera nitida*, *Lonicera pileata*, *Lonicera pileata* 'Variegata'; -14°C – для *Lonicera nitida* 'Elegant', *A. × grandiflora*, и -18°C – для *Lonicera japonica* и *Lonicera fragrantissima*. Основными типами морозных повреждений почек являлись некрозы тканей проводящей системы почек, листовых примордиев и конуса нарастания у *Lonicera japonica* и *A. × grandiflora*; также повреждения генеративных структур у *Lonicera fragrantissima*, *Lonicera nitida*, *Lonicera pileata* и их садовых форм. Максимальная морозостойкость последних указанных видов была отмечена на стадии органогенеза цветка – этап формирования микроспор.

Устойчивость однолетних побегов изменялась в течение зимы и достигала максимума во второй половине декабря: при температуре -12°C у *Lonicera japonica* были отмечены единичные случаи некрозов клеток перимедулярной зоны побегов; у *A. × grandiflora*, *Lonicera nitida*, *Lonicera pileata* – частичные повреждения тканей проводящей системы побегов и сердцевинных лучей. Максимальные повреждения были отмечены в феврале при температуре -20°C (12 часов): у *A. × grandiflora* и *Lonicera nitida* были зафиксированы некрозы тканей коровой паренхимы, занимающие от 30% до 50% площади поперечного среза побегов. Апикальные части побегов *Lonicera japonica* полностью обмерзли до 12-25 см при промораживании в данном температурном режиме. Наиболее устойчивы ткани побегов *Lonicera fragrantissima* и *Lonicera pileata*: при действии температур от -5°C до -20°C в течение всего зимнего периода повреждения не превышали 5-10% площади поперечного среза побега.

Погодные условия, сложившиеся в конце декабря-начале января 2015-2016 гг,

вызвали морозные повреждения почек, побегов и листьев разной интенсивности у всех изучаемых представителей семейства Oleaceae. У большинства вечнозеленых видов наблюдалось обратимое скручивание листовой пластинки, наиболее ярко выраженное у сортов *O. europaea*, что вероятно связано с перераспределением воды в тканях листа. Наиболее выраженные повреждения листовых пластинок в виде краевых некрозов, и в отдельных случаях, появление хлорозных участков в межжилковом пространстве выявлены у *Ligustrum compactum* и *Ligustrum delavayanum*. У некоторых видов рода *Jasminum* наблюдалось не только обмерзание листовой (50-70%), но и побегов от 2 до 15 см, причем интенсивность морозных повреждений усиливалась в ряду *J. premianum*, *J. beesianum*, *J. officinalis*. Морозные повреждения у сортов *Olea europaea* (исключение *O. europaea* subsp. *cuspidata*) и видов *Ligustrum lucidum*, *J. nudiflorum* отсутствовали или были единичными. Второе понижение температуры стало причиной более значительных повреждений по сравнению с морозами конца декабря – начала января.

В частности, отмечено обмерзание листовой 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. premianum* (15-20 см), *J. beesianum*, *J. officinalis* (30-40 см.), *J. nudiflorum* (2-5 см). Интенсификация морозных повреждений и изменение их характера выявлена у *L. compactum*, что в дальнейшем привело к сбрасыванию более 75%-80% листовой. Морозные повреждения листьев в апикальной части побегов и соцветий наблюдались и зимнецветущего вида *J. nudiflorum*.

Анализ состояния изучаемых представителей семейства Oleaceae в погодных условиях декабря 2015 г. и января 2016 г. 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 в морозный период. Относительно высокие значения среднесуточных и среднедекадных температур в периоды предшествующие наступлению морозов, свидетельствуют об отсутствии условий, способствующих прохождению закалывания, что и могло стать причиной повреждений у изучаемых видов. Однако, при таком подходе не удастся выявить причины более значительных обмерзаний в третьей декаде января (мин $-5,4^{\circ}\text{C}$... $-6,6^{\circ}\text{C}$ в течение 13 часов), по сравнению с действием погодных условий в конце декабря начале января ($-6,5^{\circ}\text{C}$... $-7,9^{\circ}\text{C}$ в течение 10 часов). Возникшее противоречие преодолимо при анализе всего комплекса метеофакторов и расчете эквивалентно-эффективных температур. Так, средние температуры, влажность воздуха и скорость ветра за 10 суток до наступления морозов в конце декабря $+9,7^{\circ}\text{C}$, 69 %, 4-6 м/с, а ЭЭТ, находилась в пределах $-0,5^{\circ}\text{C}$... $-2,2^{\circ}\text{C}$, что благоприятствовало прохождению закалывания. Кроме того, снижение температуры воздуха с 30.12.2016 г. на 31.12.2016 г. сопровождалось снижением влажности воздуха, что привело к увеличению эквивалентно-эффективных температур. Важно, что комплекс метеоусловий, предшествующих второму понижению температур (высокая влажность воздуха 82-91 % и порывы ветра до 5-7 м/с), не смотря на относительно высокие среднесуточные температуры, послужил причиной снижения эквивалентно-эффективных температур (-3°C ... -9°C). Иными словами, растения испытывали длительное воздействие отрицательных температур, что в итоге привело к интенсификации степени морозных повреждений в конце января. Еще одна причина более существенных обмерзаний, отмеченных при втором понижении температуры, заключается в том, что большей части изучаемых видов потенциальная морозостойкость достигает максимума в конце декабря – начале января, а затем планомерно снижается.

Выводы

Таким образом, установлено, что интенсивность морозных повреждений у представителей рода *Olea* усиливается в ряду: побег – терминальная почка – лист. Среди сортов *Olea*, а также видов *Jasminum* и *Ligustrum* относительно высокую морозостойкость как в контролируемых, так и в погодных условиях зимы 2015-2016 гг. проявили сорта Никитская и Крымская звезда, виды *J. nudiflorum* и *Ligustrum lucidum*. Выявлено, что среди представителей семейства *Caprifoliaceae* более высокая морозостойкость характерна для видов *Lonicera pileata* и *Lonicera fragrantissima*. Виды и формы *Lonicera nitida*, *Lonicera japonica*, *A. × grandiflora* отличаются более низкой устойчивостью к действию отрицательных температур. При определении устойчивости широколиственных вечнозеленых видов к зимним погодным условиям необходимо учитывать не только температуру воздуха, но и сопутствующие метеофакторы – влажность воздуха и скорость ветра.

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность заведующей отделом биологии развития растений, биотехнологии и биобезопасности, доктору биологических наук Ирине Вячеславовне Митрофановой за оказанную методическую помощь при проведении ряда экспериментов.

Список литературы

1. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. Прикладна кліматологія. Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: Економіка, 2005. – 131 с.
2. Елманова Т.С. Методические рекомендации по комплексной оценке зимостойкости южных культур. – Ялта, 1976. – 23 с.
3. Корсакова С.П. Обзор стихийных гидрометеорологических явлений в райщнем Никитского ботанического сада // Труды Никит. ботан. сада. – 2014. – Т. 139. – С. 79–94.

Статья поступила в редакцию 17.10.2017 г.

Gubanova T.B., Brailko V.A., Paliy A.E. Frost resistance in some evergreen species of Oleaceae and Caprifoliaceae families on the Southern coast of the Crimea // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2017. – № 125. – P. 103–108.

The results of frost resistance studies in *Oleae europaea* cultivars and some species of Oleaceae (*Jasminum*, *Ligustrum*) and Caprifoliaceae (*Lonicera*, *Abelia*) families are presented. Noted types of frost damages were characterized. It was found out that a high frost resistance was characteristic of *J. nudiflorum* and *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) as well as *Lonicera pileata* and *Lonicera fragrantissima* (Caprifoliaceae).

Keywords: frost resistance; Caprifoliaceae; Oleaceae; critical temperatures