

КРАТКИЕ ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Т.Б. ГУБАНОВА, *кандидат биологических наук*
Никитский ботанический сад - Национальный научный центр

Исследования по физиологии растений в Никитском ботаническом саду были начаты академиком В.Н. Любименко в 1908 году. Им же была организована в "Ботаническом кабинете" лаборатория физиологии растений. Основным направлением работ лаборатории в то время было изучение пигментов и влияния света на физиологические процессы; несколько позднее были начаты исследования зимостойкости и засухоустойчивости высших растений. Это направление исследований остается приоритетным и по сегодняшний день.

Несмотря на значительный прогресс в решении теоретических и практических вопросов адаптации растений, в настоящее время не снижается потребность в глубоких физиолого-биохимических исследованиях с целью выявления ведущих эндогенных и экзогенных факторов, лимитирующих реализацию адаптационного потенциала растения в целом или в конкретных агроклиматических регионах. Исследования такого плана позволяют эффективнее разрабатывать подходы и методы управления процессами адаптации и устойчивости как селекционным путем, так и путем поиска физиологически активных веществ, целенаправленно воздействующих на системы саморегуляции растительного организма.

В 80-х и 90-х годах в результате исследований физиологических аспектов адаптации сортов южных плодовых культур, ценных декоративных интродуцентов и аборигенных видов высших растений в Никитском ботаническом саду был накоплен огромный экспериментальный материал, анализ и обобщение которого позволили выделить информативные показатели для объективной диагностики устойчивости растений к абиотическим стрессорам, усовершенствовать существующие методы исследований, разработать ряд методических рекомендаций [13, 17, 18, 23, 25, 26, 28].

На основе комплексного изучения морозо- и зимостойкости сортов персика, абрикоса, маслины выявлен ряд закономерностей развития защитных реакций у этих видов при нарастающем действии низкотемпературного фактора и выделены наиболее устойчивые к неблагоприятным условиям зимовки сорта – Волшебник, Лунник, Зардар [8]. Установлено, что развитие морозовыносливости у вегетативных и генеративных почек абрикоса под влиянием закалывающих температур происходит неодинаково, последние сильнее повреждаются морозами. Максимальная устойчивость генеративных почек абрикоса отмечена в декабре – начале января, в период формирования архиспориальной ткани [39, 41]. Отрицательное действие на низкотемпературную устойчивость оказывают частые оттепели. Анализ степени морозостойкости различных сортов позволил раскрыть ряд закономерностей в распределении устойчивости по эколого-географическим группам. Наиболее перспективной в отношении морозостойкости является селекция с использованием родительских пар: среднеазиатской и ирано-кавказской [31].

Т.С. Елмановой с соавторами раскрыта связь между накоплением некоторых фенольных соединений в генеративных почках персика и его зимостойкостью. В частности доказано, что в генеративных почках более зимостойких сортов (Пушистый Ранний, Кармен) в течение осенне-зимне-весеннего периода фенолов содержится больше, чем в почках менее зимостойких сортов (Краснощекий, Чехов). При сопоставлении динамики накопления хлорогеновой и кофейной кислот с ходом развития генеративных почек персика в осенне-зимне-весенний период установлено, что интенсивность накопления этих кислот совпадает с начальными этапами органогенеза цветка, то есть с периодом активных ростовых процессов. Затем, по мере вхождения почек в органический покой и нарастания его глубины, количество кофейной и хлорогеновой кислот резко снижается до того момента когда в вегетативных почках отмечается самый глубокий покой [7-10, 39-41].

В результате исследований роли нарингенина в криоадаптации персика обнаружена прямая корреляция между накоплением крахмала и нарингенина, установлена общность их локализации, доказано, что нарингенин ингибирует расщепление полисахарида. Вероятно, одна из функций нарингенина состоит в регуляции углеводного обмена и поддержании

метаболических процессов на низком уровне в течение зимовки [7]. Исследования низкотемпературной устойчивости субтропических вечнозеленых растений не менее актуальны как для поиска ответов на фундаментальные вопросы физиологии растений, так и для решения практических задач интродукции и селекции. Э.Н. Доманской с помощью метода однофакторного дисперсионного анализа изучено влияние температурного фактора среды на ряд физиолого-биохимических показателей и сопряженность процессов метаболизма у сортов маслины европейской. Установлено, что зимостойкие сорта характеризуются более высокими показателями силы влияния температуры на динамику углеводов и белкового азота, интенсивность дыхания и оводненность листьев в осенне-зимне-весеннее время и более тесной взаимосвязью дыхательного процесса с углеводным обменом [5, 6].

Поскольку климат Крымского полуострова и юга Украины характеризуется экстремальными повышениями температур летом и незначительным количеством осадков – одна из задач физиологических исследований в Никитском ботаническом саду заключалась в выявлении особенностей реализации адаптивных механизмов к засухе и гипертермии. На примере дикорастущих и интродуцированных растений показаны четыре группы физиологических механизмов адаптации к субаридным условиям: регуляция процессов роста и развития, соответствие наследственно закрепленному уровню устойчивости клеток к нагреву и обезвоживанию, гидротермическим условиям вегетации растений, а также эндогенная, модификационная и индивидуальная изменчивость.

В процессе многолетних эколого-физиологических исследований растений природной флоры Крыма было выявлено, что водоудерживающая способность в значительной мере зависит от водоотнимающего фактора и в меньшей степени от возраста листьев и местообитания растений [37].

Известно, что разработка оптимальных технологий выращивания плодовых культур в засушливых условиях является необходимым этапом, в связи с чем особое внимание уделялось выяснению зависимости состояния водного режима персика, абрикоса, черешни от гидротермического режима в весенне-летний период. Установлено, что для косточковых культур водный режим близок к оптимальному, если относительная скорость водного тока и диаметр побегов меняются противофазно [18, 26]. Одновременное же уменьшение этих параметров, регистрируемое в течение часа, следует рассматривать как сигнал о наступлении дисбаланса водного режима, и, соответственно, необходимости полива. Наиболее чувствительными к недостатку влаги оказались слива и черешня, а наиболее устойчивым – персик. При низкой влажности почвы повышение температуры резко увеличивает вероятность нарушения водного режима [24, 25].

В ходе многолетних исследований изучены водный обмен и метаболические процессы в тканях плодовых культур в течение вегетации в связи с их засухо- и жаростойкостью, установлена зависимость общей продуктивности от условий внешней среды, определены засухо- и жаростойкость сортов абрикоса и персика различного эколого-географического происхождения, изучены их адаптационные возможности при действии почвенной и атмосферной засухи. Теоретические и поисковые подходы по выявлению закономерностей в изменении скорости водного тока в ксилеме побегов под влиянием различных термоградиентов «почва–воздух» использованы при создании искусственных установок для изучения устойчивости плодовых культур. Для регистрации относительной скорости водного потока разработана оригинальная методика, позволяющая получать информацию с неповрежденных растений в комплексе с одновременной круглосуточной регистрацией температуры воздуха, его относительной влажности и освещенности [23, 24, 26, 35].

Применительно к плодовым культурам разработана методика определения жаростойкости по регистрации индуцированного послесвечения. Метод позволяет быстро и объективно провести оценку устойчивости плодовых культур к обезвоживанию и [23, 25, 38].

Анализ результатов многолетних экспериментов по выявлению особенностей водно-температурного режима и метаболизма маслины, граната и миндаля при различных режимах орошения позволил сделать вывод: выращивание растений граната при увлажнении почвы 65% от необходимой влагоемкости почвы (НВ) и миндаля и маслины при 60% НВ вызывает отклонения в ряде физиологических функций, в частности, наблюдались нарушения в синтезе крахмала и пластидных пигментов [19, 20, 27]. В связи с совершенствованием методов

селекции персика на продуктивность изучены морфофизиологические, биологические и функциональные характеристики листа как органа фотосинтеза для выявления сортовых различий и соответствующих критериев продуктивности как основы для диагностики потенциальной продуктивности. Установлено, что урожайные сорта персика характеризуются высокими значениями коэффициентов продуктивности работы кроны и листовой поверхности на урожай, индексами утилизации энергии света [1, 29, 30].

На основе проводимых в отделе физиологии и биофизики растений комплексных исследований устойчивости высших растений к неблагоприятным условиям выращивания был получен не только ценный экспериментальный материал и выявлен ряд закономерностей развития адаптационного синдрома, но и разработаны методические рекомендации по оценке жаро-, засухо-, морозостойкости и потенциальной продуктивности плодовых и декоративных растений. Для определения морозостойкости косточковых плодовых культур разработан режим ступенчатого промораживания побегов в холодильных камерах, предложен способ оценки низкотемпературной устойчивости по амплитуде биоэлектрической реакции. Впервые на косточковых плодовых культурах экспериментальным путем установлена возможность изучения устойчивости растений к недостаточному увлажнению на основе регистрации скорости водного тока в ксилеме. Показана возможность быстрой и объективной оценки засухоустойчивости растений по изменению флуоресценции их листьев [18, 28, 30, 31, 32, 38].

В настоящее время в Никитском ботаническом саду продолжают исследования физиолого-биохимических и биофизических аспектов приспособления высших растений к действию стрессоров абиотической природы. Основными объектами исследований являются плодовые культуры – персик, абрикос, алыча, хурма; некоторые красивоцветущие кустарники (*Cotoneaster microphulla* L., *Lonicera fragrantissima* Lindl., *Mahonia aquifolium* Pursh. Nutt., *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai., *Jasminum nudiflorum* Lindl.) и суккуленты (виды подсемейства *Opuntioideae* K. Sch., и рода *Sedum* L.).

В результате оценки фотоактивности сортов персика двух эколого-географических групп и четырех экотипов с различной степенью устойчивости к засухе и гипертермии выявлена связь показателей фотосинтетической активности с морфофизиологическими и биохимическими характеристиками листового аппарата. При апробации показателей фотоактивности на дифференцированных по типам побегов сортах персика установлено, что по мере повышения температуры воздуха и наступления засухи более стабильные показатели сохраняются у сортов с преобладанием букетных веточек. У сортов, американского экотипа высокая интенсивность фотосинтеза поддерживается за счет превалирования количественных параметров: площади листовой поверхности, накопления сухих веществ над качественными показателями фотосинтетической активности. В то время как адаптация к засухе и повышенным температурам у сортов закавказского экотипа связана с использованием резервных форм [13-15].

На основе полученных данных предложен способ оценки сортов персика различных эколого-географических групп с использованием показателей фотоактивности тканей листьев и поддержания их стабильности в стрессовых условиях среды.

В результате комплексного исследования параметров водного режима гибридных форм сливы альпийской и сортов абрикоса обыкновенного сделан вывод о том, что степень их устойчивости к водному стрессу тесно связана с изменением уровня оводнённости тканей, степенью гидратации коллоидов и осмотическим давлением клеточного сока.

Установлено, что гибридные формы Бригантиака×Олимп отличаются не только значительной устойчивостью к обезвоживанию, но и выраженной способностью восстанавливать тургор [33, 34].

В целом гибридная группа Бригантиака×Олимп является более перспективной, так как ее представители в подавляющем большинстве демонстрируют лучшие адаптивные реакции и повышенную устойчивость в условиях почвенной и атмосферной засухи.

Наряду с задачами интродукции и селекции, направленными на получение устойчивых сортов плодовых культур, расширением их ареала и ассортимента, актуальным является также изучение морозостойкости видов и сортов *Diospiros* и их межвидовых гибридов, полученных в Никитском ботаническом саду. Установлено, что почки хурмы более чувствительны к отрицательным температурам, чем побеги, а их морозостойкость в условиях ЮБК

максимальна в январе-феврале. Распространение повреждений – базипетальное. При сублетальных температурах может быть повреждено до 20% прироста. Относительно высокой морозостойкостью обладают сорта *Diospiros virginica* L.

Изучение у почек глубины и сроков биологического покоя показало, что наиболее продолжителен он у сортов *D. virginica*. По глубине покоя сорта расположились в следующем порядке: Хиакуме, Никитская бордовая, Новинка, Зенджи-Мару, Россиянка, Спутник, *D. virginica*, Miader, Weber.

Для южных регионов выращивания, где погодные условия зимнего периода характеризуются частыми и нередко довольно продолжительными оттепелями, для разработки оптимального ассортимента красивоцветущих кустарников особо значимо изучение интенсивности ростовых процессов в связи с зимостойкостью, при котором основное внимание уделено выявлению сроков их возобновления и интенсивности роста на конечном этапе.

Первый период напрямую связан с сохранением морозостойкого состояния в позднезимний и весенний периоды, а второй – с созданием благоприятных условий для своевременного вхождения в состояние биологического покоя, являющегося одним из защитно-приспособительных механизмов успешной перезимовки. Последние провоцируют ростовые процессы, особенно у рановегетирующих растений, что и является одной из причин их повреждений возвратными морозами. С другой стороны, интенсивный затяжной рост в конце вегетации также отрицательно сказывается на морозостойкости как самих побегов, так и расположенных на них почек.

В связи с этим было проведено изучение интенсивности роста однолетних побегов, продолжительности и “глубины” биологического покоя вегетативных почек у 19 видов декоративных кустарников, объединенных по срокам цветения в три группы: зимне- и ранневесеннецветущие, средневесенне- и поздневесеннецветущие, летнецветущие. Установлено, что в условиях южнобережной зоны Крыма в первой группе интродуцентов наиболее раннее прорастание вегетативных почек наблюдалось в марте у *Lonicera fragrantissima*, *Chaenomeles speciosa*. У других видов: *Jasminum nudiflorum*, *Forsythia viridissima* и *Mahonia aquifolium* прорастание почек отмечалось в конце марта – апреле. Окончание ростовых процессов у этой группы видов регистрировалось с июля по август, при этом раньше всех заканчивался рост побегов у *Jasminum nudiflorum*, а наиболее позднее окончание роста отмечено у *Mahonia aquifolium*. У большинства видов, относящихся к группе средневесенне- и поздневесеннецветущих, возобновление ростовых процессов, в зависимости от погодных условий зимовки, отмечалось в феврале – марте, а окончание – с конца июля до конца августа. Что же касается летнецветущих видов, то прорастание вегетативных почек у большинства начиналось со II декады марта. Позднее возобновление ростовых процессов в этой группе отмечено у *Hibiscus syriacus* L. (I–III декада апреля). Окончание роста побегов отмечалось со II декады июля по III декаду августа. Таким образом, в результате проведенных экспериментальных исследований на 19 видах кустарников можно заключить, что в условиях Южного берега Крыма наблюдающееся в феврале возобновление ростовых процессов у некоторых видов может быть причиной их повреждений низкими температурами в весеннее время [11,12].

Амплитуда сроков окончания биологического покоя, т.е. когда вегетативные почки потенциально готовы к возобновлению вегетации в пределах выбранных видов, довольно велика. Наиболее короткий период покоя (35-50 дней) отмечен у *Deutzia scabra* Thunb., из группы летнецветущих, а в группах средневесеннецветущих и поздневесеннецветущих – *Spiraea vanhouttei* Lab. и *Cotoneaster microphulla*. Эти виды готовы к возобновлению ростовых процессов уже в конце ноября. Наиболее продолжительный период покоя (135-160 дней) обнаружен у почек видов *Laburnum anagyroides* Med. и *Crotaegus cruss-galli* L. (группа «средневесеннецветущие» и «поздневесеннецветущие»). У них календарные сроки окончания биологического покоя зафиксированы в конце февраля – начале марта. Изучение “глубины” покоя показало, что интенсивность подавления ростовых процессов в вегетативных почках различна как на протяжении всего биологического покоя, так и в зависимости от их видовой принадлежности. Замечено, что у изученных видов, как правило, самый глубокий покой приходится на фазу его окончания. Относительно неглубоким покоем характеризуются виды

зимне- и ранневесеннецветущих растений. Наиболее “глубокий” покой отмечен у видов: *Laburnum anagyroides*, *Crotaegus cruss-galli*, *Spartium junceum* [12].

Сопоставление данных по ритмике ростовых процессов и особенностей биологического покоя с результатами низкотемпературного тестирования показало, что морозоустойчивые виды характеризуются глубоким и продолжительным покоем почек, а также поздним возобновлением ростовых процессов. Установленную взаимосвязь следует учитывать при прогнозировании границы ареала интродукции декоративных кустарников.

Кроме того, данные, полученные при использовании метода определения продолжительности и глубины покоя почек, являются достаточно информативными для познания стратегии адаптации, что позволяет нам рекомендовать этот метод в качестве дополнительного косвенного метода оценки зимостойкости древесных растений [11].

В ходе изучения характера изменений в направленности метаболизма у стеблевых и листовых суккулентов при нарастающем действии криострессора до его летальных границ в связи с задачей разработки методов косвенной диагностики и прогнозирования районов их интродукции выявлен ряд закономерностей физиологических и биохимических процессов, функционально связанных с формированием морозостойкости. Адаптация стеблевых суккулентов к действию низкотемпературного фактора связана с изменением содержания воды в водозапасающих органах в сторону снижения общей оводненности тканей; виды, ткани которых в начале зимы сильно обводнены, в большей степени повреждаются отрицательными температурами. Изменения в углеводном обмене, происходящие в связи с низкотемпературной адаптацией, направлены в сторону увеличения концентрации высокополимерных форм сахаридов (пентозанов) и уменьшения содержания моносахаров. Накопление пентозанов способствует увеличению связанной воды [3, 4]. У морозостойких видов стеблевых суккулентов при понижении температуры воздуха до отрицательных значений снижение общей оводненности тканей происходит на фоне стабильно высокой степени гидратации коллоидов, что препятствует образованию внутриклеточного льда и предохраняет ткани от морозных повреждений. Для листовых суккулентов характерна другая стратегия защиты от криостресса: связывание воды в водозапасающих тканях является следствием увеличения осмотического давления клеточного сока. Установлено, что при нарастающем действии низкотемпературного фактора интенсифицируются процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях как стеблевых, так и листовых суккулентов. Однако в тканях криорезистентных видов *Opuntia engelmannii*, *Cylindropuntia molesta*, *Sedum reflexum*, *Sedum album*, *Sedum acre* при прохождении первой и второй стадий закаливания увеличение концентрации малонового диальдегида, являющегося одним из продуктов ПОЛ, значительно замедляется, что, вероятно, связано с активизацией антиоксидантных и ферментных защитных систем [2].

Таким образом, за многие годы исследований физиологических аспектов адаптации высших растений к неблагоприятным условиям выращивания в Никитском ботаническом саду накоплен огромный материал, который может быть использован для дальнейшего усовершенствования методов экспрес-диагностики устойчивости растений, оптимизации сортимента плодовых и декоративных культур, разработки агротехнических приемов их выращивания.

Список литературы

1. Горина В.М., Лукьянова Н.А., Антифеев В.В. Оценка формирования урожая плодовым деревом по морфофизиологическим показателям // Садоводство и овощеводство: Науч. тр. Литовского ин-та садоводства и овощеводства. – Бабтай, 2000. Т. 19(3) № 2. – С. 185-194.
2. Губанова Т.Б. Сравнительная характеристика особенностей водного режима представителей подсем. Opuntioideae в связи с их морозостойкостью // Бюлл. ГБС. – Вып. 186. – С. 128-132.
3. Губанова Т.Б. Сравнительная характеристика низкотемпературной устойчивости стеблевых и листовых суккулентов // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада - Ялта, 2008. – Т. 129. – С. 22-36.

4. Губанова Т.Б. Динамика накопления отдельных фракций углеводов у видов рода *Sedum* // Вісник Київського Національного Університету імені Тараса Шевченка – К., 2009. – Вип.25-27. – С. 48-50.
5. Доманская Э.Н. Взаимосвязь процессов метаболизма как критерий оценки зимостойкости маслины // Сборник. науч. трудов. Никит. ботан. сада. – Ялта, 1985. – Т. 96. – С. 51-58.
6. Доманская Э.Н., Шолохова В.А. Функциональная деятельность листового аппарата различных сортоформ маслины и их устойчивость к неблагоприятным погодным условиям // Сборник. науч. трудов. Никит. ботан. сада – Ялта, 1983. – Т. 90. – С. 59-68.
7. Елманова Т.С. Роль нарингенина в углеводном обмене генеративных почек персика в зимне-весенний период // Сборник. науч. трудов. Никит. ботан. сада. – Ялта, 1985. – Т. 96. – С. 33-40.
8. Елманова Т.С. Количественно-качественные изменения в обмене веществ в генеративных почках персика в процессе их роста и развития // Бюл. Никит. бота. сада. – Вып.63. – С. 99-102.
9. Елманова Т.С. Содержание гибберелиноподобных веществ в почках персика в связи с зимостойкостью // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада. – Ялта, 1989. – Т. 108. – С. 21-29.
10. Елманова Т.С., Перфильева З.Н., Паламарчук Л.Р. Флавононы генеративных почек персика // Известия АН МолдССР. Серия биол. и химич. наук. – 1985. – № 2. – С. 17- 20.
11. Елманова Т.С., Сакович Д.А. Изучение факторов, влияющих на морозовыносливость древесных растений на юге Украины // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада. – Ялта, 2005. – Т. 125. – С. 112-121.
12. Елманова Т.С., Сакович Д.А. Биологический покой почек декоративных кустарников разного срока цветения // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2005. – Вып.91. – С. 56-60.
13. Иващенко Ю.В. Оценка сортов и форм персика по степени активности фотосинтетического аппарата: методические аспекты // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада. – Ялта, 2008. – Т. 129. – С. 57-70.
14. Иващенко Ю.В., Пилькевич Р.А. Физиолого-биохимические подходы к оценке устойчивости алычи к факторам среды // Бюл. Главн. ботан. сада. – 2003. – Вып.186. – С. 147-152.
15. Иващенко Ю.В., Смыков А.В. Флуориметрическая характеристика водоудерживающих свойств листьев персика в процессе обезвоживания // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада. – Ялта, 2005. – Т. 125. – С. 161-167.
16. Ильницкий О.А. Зависимость интенсивности фотосинтеза от динамики водного обмена хризантемы и алычи при различной скорости и степени их обезвоживания. // Физиология и биохимия культурных растений. – 1982. – Т. 14. – №2. – С. 192-198.
17. Ильницкий О.А. Алгоритмы оптимального автоматического управления поливом растений и биотехнические устройства для их реализации // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада. – Ялта, 1985. – Т. 96. – С. 112-121.
18. Фитомониторинг в растениеводстве / Ильницкий О.А., Лищук А.И., Ушкаренко В.А., Федорчук А.И. – Херсон, 1997. – 235 с.
19. Кучерова Т.П. Устойчивость граната к экстремальным условиям года в Крыму // Тез. докл. Всес. конф. по теоретическим основам интродукции растений. – М., 1983. – С. 232.
20. Кучерова Т.П. Физиология устойчивости субтропических плодовых культур к абиотическим факторам // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1987. – Вып. 62. – С. 94-98.
21. Кучерова Т.П., Синько Л.Т. Основные процессы жизнедеятельности некоторых сортов граната в связи с их устойчивостью к экстремальным условиям года // Сборник. науч. трудов. Никит. ботан. сада. – Ялта, 1983. – Т. 90. – С. 68-76.
22. Кучерова Т.П., Синько Л.Т. Физиология устойчивости субтропических культур к стрессовым воздействиям // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР: Тез. докл. – Пущино, 1984. – С 98-99.
23. Лищук А.И. Определение жаростойкости листьев плодовых культур методом фотоиндуцированного свечения // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Мичуринск, 1980. – С. 473-476.
24. Лищук А. И. Изучение засухоустойчивости плодовых культур в условиях вегетационного опыта // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада. – Ялта, 1985. – Т. 95. – С. 86-93.

25. Лищук А.И., Кучерова Т.П., Ильницкий О.А. Оценка устойчивости растений к экстремальным факторам среды методом фотоиндуцированного свечения // Тез. докл. 6 Всес. конф. по физиологии растений. – Львов, 1980. – С. 157.
26. Методические рекомендации по биофизической оценке растений к экстремальным факторам среды / Лищук А.И., Стадник С.А., Радченко С.С., Ильницкий О.А. – Ялта, 1982. – 22 с.
27. Лищук А.И., Стадник С.А., Ильницкий О.А. Ускоренная оценка устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада. - Ялта, 1987. – Т. 101. – С. 118-128.
28. Лищук А.И., Пилькевич Р.А. Полевой метод оценки устойчивости к засухе и высоким температурам // Сборник науч. трудов. Никит. ботан. сада. – Ялта, 1999. – Т. 118. – С. 113-116.
29. Лукьянова Н.М., Костенко Ю.А., Антюфеев В.В., Кожемякина Н.И. Морфофизиологические особенности и продуктивность сортов персика в луговом саду // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1988. – Вып. 66. – С. 54-57.
30. Способ оценки потенциальной продуктивности персика / Лукьянова Н.М., Раскин В.И., Легенченко В.И., Смыков В.К., Яблонский Е.А., Перфильева З.Н., Пауль Э.П. // Открытия, изобретения. – 1988. – №7. – 11с.
31. Методические рекомендации по оценке зимостойкости косточковых и орехоплодных плодовых культур / Под ред. Яблонского Е.А. - Ялта, 1984. - 26 с.
32. Методические рекомендации по комплексной оценке засухоустойчивости декоративных растений / Под ред. Яблонского Е.А. – Ялта, 1985. – 40 с.
33. Пилькевич Р.А. Горина В.М. Водный обмен сортов алычи интродукции Никитского ботанического сада // Современные проблемы интродукции растений: Материалы междунар. конф. – Черновцы, 2002. – С. 91-92.
34. Пилькевич Р.А. Особенности водного режима гибридов *Prunus brigantia* x *Armeniaca vulgaris* селекции Никитского ботанического сада // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада. – Ялта, 2008. – Т. 129. – С. 87-99.
35. Биоэлектрическая реакция листьев на изменение температуры / Стадник С.А., Боберский Г. А., Голодрига П.Я., Сидорак В.И. // Биоэлектрогенез и транспорт веществ у растений. – М., 1986 – С. 79-83.
36. Фалькова Т.П., Ильницкий О.А. Модификационная изменчивость устойчивости растений к атмосферной засухе в условиях Южного берега Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1989. – Вып. 69. – С. 82-87.
37. Фалькова Т.П., Ильницкий О.А., Старовойтенко Т.А. Физиологические механизмы устойчивости высших растений к субаридным условиям Южного берега Крыма // Сборник науч. трудов Никит. ботан. сада. – Ялта, 1989. – Т. 108. – С. 54-67.
38. Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур: Методические рекомендации / Под ред. Лищука А.И. – М.: ВАСХНИЛ, 1991. – 66 с.
39. Яблонский Е.А. Влияние температуры на зимнее развитие генеративных почек абрикоса // Физиология растений. – 1982. – Т. 29. – Вып. 6. – С. 1075-1083.
40. Яблонский Е.А. Влияние температуры на содержание растворимых углеводов в однолетних побегах различных по зимостойкости сортов персика // Физиология и биохимия культурных растений. – 1983. – Т. 15. – № 2. – С. 177-183.
41. Яблонский Е.А., Елманова Т.С. Морфогенез генеративных почек персика и абрикоса и влияние на него экстремальных температур // Бюл. Никит. ботан. сада – 1983. – Вып. 52. – С. 87-90.