

УДК 582.998.2:5+631.527(571.63)

А.И. НЕДОЛУЖКО

Результаты интродукции и селекции хризантемы садовой на юге Приморского края

*Использование хризантемы садовой в ландшафтных проектах Приморского края зависит от наличия зимостойких и иммунных к болезням в муссонном климате культиваров. Среди сортов-интродуцентов отсутствуют зимостойкие формы, и большинство их восприимчивы к агрессивному патогену *Puccinia horiana* Henn. Отбор и создание гибридов и сортов с комплексной устойчивостью к действию абиотических и биотических факторов – цель региональной селекционной программы, которая в настоящее время получает развитие. Использовали межсортовую, межвидовую гибридизацию, близкородственные скрещивания межвидовых гибридов, радиационный мутагенез. Установлено, что межсортовая гибридизация и радиационный мутагенез малоперспективны для получения зимующих в условиях Приморского субрегиона форм, но они могут служить дополнительным приемом для расширения генетического разнообразия и выявления скрытых изменений. Впервые в отечественной селекции получены гибриды сортов хризантемы садовой с маньчжурскими и корейскими высокогорными видами *Chrysanthemum*, представляющие собой качественно новый селекционный материал с высоким уровнем адаптации. Для объединения признаков зимостойкости, раннего цветения, устойчивости к грибным патогенам, в том числе к *P. horiana*, полученных от разных видов *Chrysanthemum*, нами изучены возможности синтеза многокомпонентных межвидовых гибридов. Трансгрессии от скрещиваний адаптивных видов и культурных сортов *Chrysanthemum* – основной и перспективный вектор продвижения к устойчивым в экстремальных условиях селекционным формам нового поколения.*

Ключевые слова: хризантема садовая, интродукция, межсортовая, межвидовая гибридизация, новые сорта, Приморский край.

The results of introduction and breeding of garden chrysanthemum in the South of Primorsky Krai.
A.I. NEDOLUZHKO (Botanical Garden-Institute, FEB RAS, Vladivostok).

*The use of garden chrysanthemum in the landscape projects of Primorsky Krai depends on the presence of cultivars that are winter-hardy and immune to diseases in the monsoon climate. Among the introduced varieties there are no winter-hardy forms and most of them are susceptible to aggressive pathogen – *Puccinia horiana* Henn. Selection and creation of hybrids and varieties with complex resistance to abiotic and biotic factors is the purpose of the regional breeding program, which is currently developing. We used intervarietal, interspecific hybridization, closely related crosses of the interspecific hybrids, radiation mutagenesis. Intervarietal hybridization and radiation mutagenesis were determined to be not very promising for obtaining wintering in the conditions of the Primorsky subregion forms, but can serve as an additional technique for expanding genetic diversity and detection of hidden variability. For the first time in domestic breeding a hybrid varieties of the garden chrysanthemum with the Manchurian and Korean high-mountain species of *Chrysanthemum* are created. This is a qualitatively new breeding material with high adaptation level. To combine the signs of winter hardiness, early flowering, resistance to various fungal pathogens, including *P. horiana* from different *Chrysanthemum* species, we studied the possibility of synthesis of multicomponent interspecific hybrids. Transgression from the crosses of adaptive *Chrysanthemum* species and cultural varieties is a major and promising vector of moving towards sustainable selection forms the new generation under extreme conditions.*

Key words: garden chrysanthemum, introduction, intervarietal, interspecific hybridization, new varieties, Primorsky Krai.

НЕДОЛУЖКО Алевтина Ивановна – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток). E-mail: a.i.nedoluzhko@gmail.com

Хризантема садовая (*Chrysanthemum × morifolium* Ramat.) – относительно новая в России и весьма востребованная осеннецветущая культура для садово-паркового оформления и использования на срез, отличающаяся продолжительным, обильным и красочным цветением. На основе видов рода *Chrysanthemum* в процессе многовековой селекции получены тысячи сортов. Интродукционные работы, проводимые за рубежом и в самых разных климатических зонах нашей страны, свидетельствуют, что завезенные культивары очень четко реагируют на изменение условий выращивания. Многие сорта особенно чувствительны к изменению продолжительности дня, температурному и световому режимам [1, 2]. Поэтому необходимо предварительное изучение интродуцентов в конкретных экологических условиях и тщательный их подбор с использованием экологических и малотрудоемких технологий выращивания для обеспечения высокого декоративного эффекта. Перспективность использования хризантемы в оформительских целях предусматривает не столько экономическую, сколько эстетическую основу, и при разработке сортимента в первую очередь учитываются экологические и биологические показатели (жизнеспособность, устойчивость к патогенам, особенно к агрессивной *Puccinia horiana* Henn., сроки и обилие цветения, интенсивность вегетативного возобновления, архитектура куста).

В настоящее время в связи с ежегодным проведением в г. Владивосток Восточного экономического форума, Международного кинофестиваля «Меридианы Тихого», увеличением туристического потока в Приморский край возрастает потребность в оптимизации цветочного оформления городских ландшафтов, расширении ассортимента декоративных растений, выполняющих эстетическую и санитарно-оздоровительную функцию. Однако широкое использование хризантемы в ландшафтном дизайне Приморского края зависит от наличия зимостойких культиваров, иммунных к болезням в муссонном климате. Среди существующих интродуцентов отсутствуют зимостойкие формы, и большинство из них восприимчивы к грибным патогенам. Поэтому работы по отбору и созданию гибридов и сортов с комплексной устойчивостью к действию абиотических и биотических факторов включены в региональную селекционную программу.

Цель настоящей работы – выявить адаптационные возможности интродуцированных сортов хризантемы садовой в условиях Приморского края и предложить эффективные приемы совершенствования сортимента. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- проанализировать интродукционные возможности, дать оценку сортам и гибридам;
- сформировать коллекцию сортов хризантемы садовой отечественной и зарубежной селекции на территории Ботанического сада-института ДВО РАН;
- определить эффективность селекционных методов для привлечения и сохранения в новых гибридных формах адаптивных признаков;
- создать комплексно адаптированные доноры на новой генетической основе;
- создать гибриды и сорта хризантемы садовой с общей экологической устойчивостью.

Изучение возможности интродукции новой культуры хризантемы садовой с целью создания и совершенствования регионального конкурентоспособного ассортимента цветочно-декоративных растений является актуальным и служит дополнительным вкладом в стратегию Международного Союза ботанических садов по сохранению мирового биоразнообразия.

Материал и методы

Интродукционные и селекционные исследования проводили более 30 лет (1986–2017 гг.) в Ботаническом саду-институте Дальневосточного отделения РАН (БСИ ДВО РАН), расположенном на юге Приморского края, во Владивостоке. Средняя годовая температура здесь составляет +4,8 °С; средняя месячная температура января – -13,5 °С. В зимний и зимне-весенний периоды часто наблюдаются оттепели с повышением

температуры воздуха до +3...+4 °С, представляющие большую опасность для зимующих многолетних растений и вызывающие их неизбежные повреждения. Июль и август отличаются влажно-тропической погодой, частыми туманами, суточными температурами +22 °С, влажностью воздуха более 80 %. Среднегодовое количество осадков 770–850 мм. Безморозный период – 170 дней [3, 4]. На коллекционных участках БСИ почвы окультуренные, с достаточным содержанием основных элементов питания.

Почти все климатические факторы района исследований в период вегетации благоприятствуют интродукции: достаточная теплообеспеченность (сумма активных температур выше 10 °С составляет 2200–2400 °С), сухая, богатая на свет и тепло продолжительная осень, способствующая длительному и обильному цветению хризантемы садовой. Среди лимитирующих факторов можно назвать малоснежную зиму с интенсивной инсоляцией, глубоким промерзанием почвы, морозным выжиманием корневой системы, отрицательно влияющими на перезимовку растений, а также высокий фитопатогенный фон в летние месяцы. За период проведения исследований погодные условия характеризовались значительным разнообразием, что позволило разносторонне оценить сорта-интродуценты и созданное гибридное потомство.

Коллекция рода *Chrysanthemum* формировалась и комплектовалась автором в течение всего периода исследований путем привлечения сортовых образцов из Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины (г. Киев), Никитского ботанического сада (г. Ялта), Ботанического сада-института АН Республики Молдова (г. Кишинев), Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва). Сохранение и поддержание сортообразцов на экспериментальном участке БСИ осуществлялось ежегодным вегетативным размножением зелеными стеблевыми черенками в условиях закрытого грунта и высадкой в поле 500–600 экземпляров, относящихся к 50–60 сортам. Для оценки успешности выращивания интродуцентов применяли следующие эколого-биологические показатели: стабильность феноритма, полноту прохождения фенологических фаз, устойчивость к болезням, зимостойкость. Сортооценку образцов по биологическим и декоративным качествам проводили по методикам [5, 6], адаптированным К.Ф. Дворяниновой [2] к хризантеме садовой, методике фенологических наблюдений [8]. Сорта, получившие оценку более 75 баллов, рекомендовали для использования в региональном озеленении.

Селекционную работу вели на основе программы и методики селекции [14, 15], программы и методики сортоизучения [16] с учетом опыта работы отечественных и зарубежных исследователей по селекции хризантемы садовой. Использовали межсортовую, межвидовую гибридизацию, близкородственные скрещивания межвидовых гибридов, радиационный мутагенез. Для получения мутационных изменений экспериментальный материал (укорененные стеблевые черенки и семена) облучали гамма-лучами Co^{60} на установке РХ-гамма-30 в Дальневосточном государственном университете (г. Владивосток) в 1988 г. Гибридное потомство отбирали по следующим показателям: устойчивость к белой ржавчине (*P. horiana*), зимостойкость, срок цветения. Повреждение сеянцев белой ржавчиной диагностировали по видимым симптомам и морфологическим признакам в период массового цветения растений на естественном жестком инфекционном фоне. Оценку на устойчивость проводили в период эпифитотий (2005, 2006, 2009, 2015, 2017 гг.) с дополнительным заражением спорами *P. horiana* путем стряхивания их с пораженных листьев сильновосприимчивых сортов. Степень поражения *P. horiana* определяли по 4-балльной 5-ступенчатой шкале, где балл 0 соответствует отсутствию проявления признака, балл 4 – максимальному его выражению. Оценку и отбор сеянцев на зимостойкость осуществляли по особенностям весеннего восстановления после повреждающих зимне-весенних факторов по 5-балльной 6-ступенчатой шкале, где балл 0 соответствует полному вымерзанию растений, балл 5 – отсутствию подмерзания. Зимостойкость отобранных сеянцев отслеживали еще в течение ряда лет на высоких грядах без искусственного укрытия. Среди комплексно адаптивных потомков (с зимостойкостью 4–5 баллов, без малейших симптомов поражения грибными патогенами и оптимальным сроком цветения)

отбирали высокодекоративные формы. Элементами в оценке и отборе на декоративность служили начало, продолжительность и обилие цветения, размер и окраска соцветий, признаки вегетативной сферы (неполегаемость, компактность, степень облиственности). Описание и оценку вновь отселектированных гибридов и сортов хризантемы садовой осуществляли согласно стандартам Международного союза по охране новых сортов растений (UPOV), принятым Госкомиссией Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений [7].

В период 1986–2017 гг. испытано более 100 инорайонных сортов, выполнено 268 межсортных, 38 межвидовых комбинаций скрещивания. В общей сложности опылено 1578 соцветий, собрано 21 936 семян, выращено 6023 гибридных сеянца, обработано гамма-лучами 240 посадочных единиц (7 сортов), выделен 921 перспективный отбор, получен от межсортной гибридизации 21 новый сорт, от межвидовой гибридизации – 6 новых сортов, от радиационного мутагенеза – 1 сорт.

Результаты и обсуждение

Интродукция

Высадку хризантем в открытые системы в условиях Приморского субрегиона можно проводить весь май, начиная с первых чисел (к этому времени уже минует опасность заморозков), и содержать там до наступления устойчивых морозов (1–10 ноября). Каждый вегетативно размноженный сорт ежегодно высаживаем в количестве 9–12 экземпляров на коллекционном участке БСИ.

Хризантема садовая – растение короткого дня, период цветения приходится на осенние месяцы. Начало и продолжительность цветения – основные критерии в оценке успешности выращивания культуры в новом районе и важнейшие биологические и хозяйственные показатели. Анализ фенологического спектра цветения по годам выявил стабильность изучаемых показателей (начало бутонизации, начало цветения, массовое цветение) у большинства интродуцированных сортов. В зиму растения уходят с ассимилирующими органами, которые постепенно отмирают. Вегетация у всех сортов заканчивается одновременно, с наступлением устойчивых отрицательных температур, и зависит от погодных условий. Прерывание роста морозами указывает на способность растений вегетировать более длительное время, чем это возможно в данных природно-климатических условиях. Следовательно, период покоя у интродуцированных сортов хризантемы относительный. Маточные растения на зимнее время приходится помещать в условия закрытого грунта.

Стабильность фенологического спектра цветения большинства изученных сортов, четкая фотопериодическая реакция, сопряженность основных погодных показателей с фенологическим ритмом растений, способность к интенсивному вегетативному возобновлению предварительно указывают на успешность интродукции и биологическую возможность выращивания новой культуры в открытых системах Приморского субрегиона. Лимитирующими характеристиками, неадекватными региональным условиям, являются генетические особенности отдельных сортообразцов (отношение к фотопериоду, требование к определенному количеству тепла, восприимчивость к патогенам). В целом цветение хризантемы в открытом грунте начинается в последнюю декаду августа и продолжается до 1 ноября, в отдельные годы – до 10 ноября (2008 г.) и 14 ноября (2004 г.). Следовательно, термические ресурсы Приморского субрегиона обеспечивают ежегодное, стабильное и обильное цветение сортов хризантемы раннего и среднего сроков цветения. При выращивании поздних сортов на срез можно удлинить вегетационный период и уберечь цветущие растения от первых заморозков укрытием современными утепляющими материалами.

Серьезным препятствием при интродукции хризантемы в специфические условия муссонного климата, характеризующегося напряженным инфекционным фоном, являются болезни, вызываемые патогенной микобиотой. Автохтонные возбудители зачастую

представляют большую опасность для растений, завезенных из других географических зон и не адаптированных к новым условиям обитания. Значительная часть ввезенного материала в течение первых 3 лет интродукции была исключена из эксперимента в связи с сильным поражением листовыми пятнистостями, гнилями, налетами, вызываемыми возбудителями родов *Alternaria*, *Septoria*, *Botrytis*, *Erysiphe*. Неустойчивыми оказались сорта молдавской селекции, созданные для засушливых условий, и сорта дальнего зарубежья. Неустойчивость к болезням показали также сорта, имеющие более продолжительный период вегетации и очень поздний срок цветения. Культивары украинской селекции оказались более успешны. Благодаря жесткому первичному отбору сортообразцов на фитопатогенную устойчивость потребности в обработке растений фунгицидами не было вплоть до 2003 г. Однако длительное выращивание хризантемы на экспозиционных и коллекционных участках БСИ способствовало накоплению патогенных микроорганизмов как в почве, так и на самих растениях.

За период, прошедший со времени первых опытов по интродукции хризантемы, изменилась структура, родовой и видовой составы коллекционного фонда цветочно-декоративных растений БСИ и соответственно ассоциированный с ними комплекс патогенной микобиоты; инфекционный фон стал более разнообразным и напряженным. С 1989 по 2005 г. на сформированной коллекции *Chrysanthemum* зарегистрировано 30 видов микромицетов, провоцирующих патологические изменения органов растений и различающихся по степени вредоносности и, следовательно, экономической значимости [13]. Широкоспециализированные грибы-возбудители листовых болезней альтернариоза, септориоза, кладоспориоза, ботритиоза характеризовались регулярным появлением, зависели от метеорологических условий сезона и уровня агротехники. Учитывая невысокую вредоносность этих патогенов в коллекционном фонде на данном этапе, их отнесли к числу потенциально опасных. Возбудители гнилей корней и оснований стеблей (вертициллез, фузариоз, фитотрофоз) встречаются очагами при длительном выращивании без соблюдения культурооборота. Симптомами этих болезней являются внезапная и необратимая потеря тургора, увядание растений на корню, засыхание листьев, стеблей и других органов, приводящие к гибели. В редкие годы на отдельных сортах при резких колебаниях температуры и обильных утренних росах зарегистрированы налеты мучнистой росы *Erysiphe cichoracearum* DC. и ржаво-бурые пустулы *P. tanacetii* DC., которые снижают декоративность, ослабляют маточные растения восприимчивых сортов, однако в условиях исследуемой территории указанные патогены отмечаются редко и не приносят существенного вреда.

При регулярном мониторинге коллекционного фонда прослеживаются различия в сроках проявления симптомов болезней. Наибольшее развитие патогенов наблюдается в августе, в период муссонных дождей. Самые благоприятные условия для развития болезней были в 2003, 2006, 2009 гг. Сильное развитие альтернариоз получил в годы с жарким летом.

С проникновением в Приморский край (предположительно, в 1999–2000 гг.) возбудителя карантинной болезни – белой ржавчины хризантем *P. horiana* Henn. – возникла новая и сложная проблема: в течение последних лет *P. horiana* довольно регулярно вызывает эпифитотии, является наиболее вредоносной и мало зависит от уровня агротехники и погодных условий, ее следует отнести к числу экономически значимых в регионе [9]. На коллекционных участках закрытого и открытого грунта БСИ белая ржавчина возникла в очень влажном и жарком июне 2003 г. (рис. 1). В результате обследования коллекционного фонда *Chrysanthemum* установлено, что только 34 % образцов являются абсолютно устойчивыми к *P. horiana* и степень поражения патогеном зависит от генетических особенностей сорта, и в меньшей степени – от метеорологических факторов. В связи с неэффективностью традиционных химических средств (хлорокиси меди, бордоской смеси, фунгицида «Строби»), недоступностью либо высокой стоимостью зарубежных аналогов, невозможностью проведения химических обработок в оптимальные сроки из-за длительных дождливых периодов, характерных для муссонного климата, актуальной становится научно обоснованная разработка сортимента для возделывания хризантемы садовой



Рис. 1. Пустулы *Puccinia horiana* Henn. на листьях хризантемы садовой сорта Незнакомка. БСИ ДВО РАН, 2003 г.

в Приморском крае. В качестве приоритетного направления следует считать поиск источников устойчивости к патогену среди имеющихся сортов и дикорастущих представителей рода *Chrysanthemum*, создание нового селекционного материала для получения гибридов и сортов с наличием биологического барьера в виде иммунитета к этой болезни.

В бесснежные зимы, характерные для южных районов Приморского края, хризантемы вымерзают полностью. Сохранение маточных кустов возможно в условиях необогреваемых светлых теплиц или парников, необходимо также ежегодное вегетативное возобновление методом зеленого черенкования. Зимостойкость современных сортов хризантемы должна обеспечивать возможность выращивания их в районах с экстремальными зимами без использования культивационных сооружений. Так как корневая система хризантем расположена близко к поверхности почвы, зимой растения могут страдать не только от морозов, но и от вымокания, выпревания, мерзлотного выжимания. В селекционном и генетическом отношении получение зимостойких сортов многих сельскохозяйственных культур остается наиболее трудным и наименее изученным вопросом.

Вероятными источниками для повышения холодоустойчивости растений, связанной с глубоким переохлаждением корневой системы и почек возобновления, могут быть генетически близкие восточноазиатские виды рода *Chrysanthemum*, выдерживающие высокую степень зимнего выхолаживания и иссушения в естественных местообитаниях и эволюционно выработавшие механизмы защиты от экстремальных климатических факторов.

Таким образом, перечень устойчивых к белой ржавчине представителей хризантемы садовой среди интродуцированного сортимента незначителен. Для успешной интродукции в Приморском крае следует привлекать культивары, которые в условиях своего происхождения являются ранне- или среднецветущими: имеющие более поздние сроки цветения сорта не укладываются в безморозный период исследуемого района и не успевают зацвести в открытом грунте. Формирование и совершенствование регионального сортимента следует проводить селекционными методами за счет адаптивных видов и сортов *Chrysanthemum*, имеющих ранние и средние сроки цветения и обладающих иммунитетом к белой ржавчине и повышенной выносливостью к экстремальным условиям зимнего и зимне-весеннего периодов. В настоящее время требования к сортам по признаку зимостойкости в условиях Дальневосточного региона смягчаются при наличии иммунитета к белой ржавчине, борьба с которой выступает на первый план. Адаптивная селекция позволит скорректировать и обогатить скудный региональный сортимент.

Межсортная (внутривидовая) гибридизация

Внутривидовая гибридизация является пока основным методом получения селекционного материала хризантемы садовой в зарубежных и отечественных селекционных программах. Большинство современных сортов получены именно таким путем.

Вследствие значительной гетерозиготности и высокого уровня пloidности при межсортовой гибридизации у хризантемы садовой возникают многочисленные рекомбинации генов, обеспечивающие получение разнообразного гибридного материала для отбора на уровне адаптивности родительских форм. Формообразовательный процесс при этом типе скрещиваний обычно не выходит за пределы нормы реакции вида, однако дает возможность выявить новые признаки за счет межгенных взаимодействий при определенных аллельных и межаллельных комбинациях [17].

Межсортовая гибридизация начата нами в 1986 г. с использованием свободного перекрестного опыления и направленных скрещиваний сортовых форм. Среди полученных межсортовых гибридов в первый год роста проведен жесткий отбор по комплексу признаков (срок цветения, устойчивость в открытом грунте, декоративные качества) с последующим вегетативным размножением выделенных сеянцев. Выполненный объем селекционных работ позволил получить новые сорта, устойчивые к автохтонным патогенам, с высокими декоративными качествами и широким спектром цветения: от ранних (Незнакомка), среднеранних (Мазурка, Полет Шмеля, Розовый Фламинго, Утро России), средних (Вдохновение, Дальневосточница, Золотой Рой, Сударушка, Тайфун, Царица Тамара), среднепоздних (Волшебница, Звездная Ночь, Костер Дерсу, Россиянка, Хамелеон, Ярославна) до поздних (Академик Жирмунский, Бабуье Лето, Татьянин День) (рис. 2а, в, з). Перечисленные сорта универсальны и пользуются большим спросом в ландшафтных проектах и при выращивании на приусадебных участках [12]. Однако обладая замечательными декоративными и хорошими хозяйственно-биологическими показателями, новые сорта наследуют от теплолюбивых родителей слабую зимостойкость и требуют укрытия на зиму. Кроме того, отобранные до 2003 г. (появление *P. horiana*) и полученные от восприимчивых родителей гибриды оказались неустойчивыми к патогену [9]. Для получения гибридного материала на новой генетической основе, с общей экологической устойчивостью необходимым является введение комплекса адаптивных признаков от диких родичей *Chrysanthemum* в геноплазму культурных сортов.

Индукцированный мутагенез

В селекции густомахровых или поздноцветущих растений метод отбора сеянцев из семян от свободного или направленного опыления зачастую связан с плохим завязыванием семян. Поэтому для повышения частоты соматических мутаций с целью выявления новых качественных признаков использовали индуцированный мутагенез. Укорененные стеблевые черенки сортов Белочка, Дитя Солнца, Кэлунат, Рассвет, Стелуца, Смуглявая Красуля облучали γ -лучами предварительно подобранной дозой 1,5 кРад. Контроль – экзemplяры без облучения. В каждом варианте по 30–40 черенков. Посадку проводили в открытый грунт сразу после облучения. Через месяц после высадки проводили жесткую двукратную обрезку до основания побегов с интервалом в 2–3 недели с целью расхимеривания и выявления скрытых соматических мутаций [10]. Облучение растений способствовало появлению новых окрасок соцветий (рис. 3). Изменчивость у облученных сортов по адаптивным признакам (устойчивость к белой ржавчине, зимостойкость, срок цветения) в наших опытах не выявлена. Результаты γ -облучения вегетативного материала хризантемы показывают возможность усиления изменчивости растений путем индукции новых признаков либо способствуют расхимериванию и стабилизации химер. Полученные «цветные» мутанты используются в озеленении и практической селекции (рис. 2з, и).

Облучение семян сеянца неизвестного происхождения дозой 5 кРад позволило выделить среди полученного потомства M_1 высокодекоративный сеянец, давший начало новому сорту Мазурка (а.с. № 6871). Сорт отличается иммунитетом к *P. horiana*, декоративностью, цветет в среднеранние сроки, но малозимостоек в условиях юга Приморского края (рис. 2б).

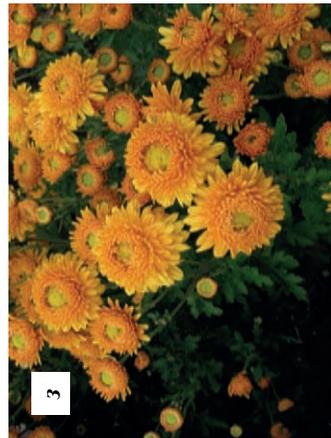
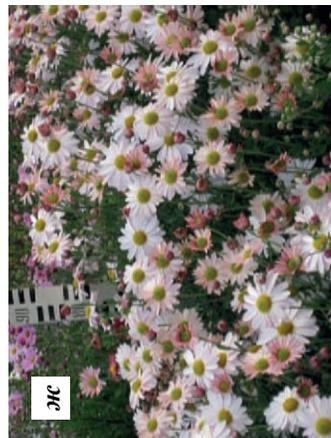
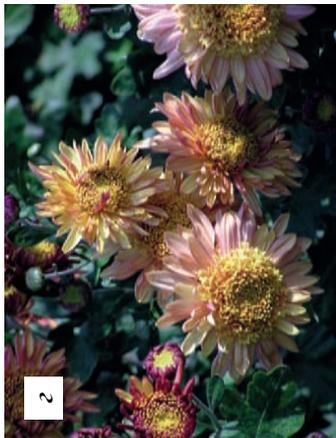


Рис. 2. Сорга и мутанты селекции БСИ ДВО РАН: а – Дальневосточница; б – Мазурка; в – Суларушка; г – Хамелеон; д – Лазурный Берег; е – Морская Пена; жс – Денница; з – Дитя Солнца (мутант); и – Стелуца (мутант)



Рис. 3. Соцветия сортов и их мутантов: *а* – Стелуца (контроль – сверху), *б* – Дитя Солнца (контроль – сверху)

Межвидовая гибридизация

Данный способ селекции представляет большую перспективу для совершенствования хризантемы садовой по ряду адаптивных признаков, отсутствующих или слабо выраженных у культурных сортов. Вместе с тем межвидовая гибридизация является длительным и сложным способом получения селекционного материала. В БСИ в гибридизацию привлекаются восточноазиатские многолетние виды *Chrysanthemum* – дикие родичи хризантемы садовой. Введение различных аллелей зимостойкости и устойчивости к белой ржавчине от природных видов *Chrysanthemum* предполагает повышение гетерозиготности и дает надежду на получение новых генетических форм, обладающих экологической пластичностью и комплексной адаптивностью.

В результате экспериментальной межвидовой гибридизации нами выявлена принципиальная возможность скрещиваний культурных сортов с видами *Chrysanthemum coreanum* (H. Lév. et Vaniot) Nakai, 1940, J. Jap. Bot. 16, 2: 74; *C. naktongense* Nakai, 1909, Bot. Mag. (Tokyo), 23: 186; *C. zawadzkii* subsp. *acutilobum* (DC.) Kitag. 1939, Rep. Inst. Sci. Res. Manchoukuo, 3, 2: 444 (Lin. Fl. Manshur.); *C. zawadzkii* var. *tenuisectum* Kitag. 1942, Rep. Inst. Sci. Res., Manchoukuo, 6: 129; *C. leiophyllum* Nakai, 1921, Bot. Mag. (Tokyo), 35: 147), но их эффективность была неодинаковой: образование семян и выживаемость сеянцев зависели от конкретных погодных условий формирования гаметофитов и оплодотворения, особенностей участвующих в гибридизации родительских компонентов. Из полученных семян вырастали явно гибридные растения, что стало стимулом создания форм на новой генетической основе. Полученные нами первичные межвидовые гибриды F_1 показали возможность объединения геномов сортовых форм и природных видов *Chrysanthemum* и наследования адаптивных признаков.

Устойчивость к агрессивной *P. horiana*, привнесенная от диких родичей, доминировала в большинстве комбинаций F_1 -гибридного потомства при скрещивании сортов с видами [11], что уже на первом этапе позволило отобрать устойчивые сеянцы. Установленное доминирование устойчивости к белой ржавчине и сравнительно простая генетическая детерминация признака облегчают отбор селективируемых растений в первом и последующих поколениях гибридов при простых и сложных межвидовых скрещиваниях и возможность передачи эффективных генов в процессе селекционной работы. Доминирование устойчивости – надежная защита растений от имеющейся в настоящий период расы *P. horiana*.

Среди F_1 -межвидового потомства выявлены выносливые к зимним условиям единичные сеянцы. Мониторинг в последующие 3 года и более подтвердил их стабильную зимостойкость и устойчивость к грибным патогенам. Наибольшее число комплексно адаптивных сеянцев выявлено в семьях с использованием *Chrysanthemum zawadzki* var. *tenuisectum*, *C. coreanum*, *C. naktongense*; значительный их процент выделен при участии *C. leiophyllum*. Полученные полукультурные формы F_1 имеют и ряд других положительных качеств: оптимальные сроки цветения, хорошее вегетативное возобновление (образуют мощное разветвленное корневище), высокую декоративность, адаптированность к погодным стрессам вегетационного периода. Следовательно, межвидовые гибриды F_1 могут служить комплексными источниками адаптивности и представляют собой ценный промежуточный материал для дальнейшей селекционной работы.

Для концентрации признаков зимостойкости, раннего цветения, устойчивости к грибным патогенам от разных видов *Chrysanthemum* нами изучены возможности синтеза многокомпонентных межвидовых гибридов. Результаты (завязываемость семян, всхожесть и выживаемость сеянцев), полученные при вовлечении в гибридизацию комплекса межвидовых гибридов с разным числом и составом геномов, указывают на возможность создания сложного гибридного потомства. Межгибридное потомство характеризовалось широким варьированием сроков цветения и представляло благодатный материал для отбора по данному признаку. Анализ выращенного материала показал, что наследование устойчивости к *P. horiana* у многокомпонентных сортовидовых гибридов связано также с простым генетическим контролем. Присутствие в одном генотипе нескольких генов устойчивости от разных видов и невосприимчивых сортов создает барьер патогену для преодоления такой комплексной невосприимчивости, что делает возможным выявление наиболее устойчивых генотипов, обеспечивающих эффективную защиту.

По выносливости к зимним условиям, комплексу других полезных признаков, а также выходу зимостойких сеянцев межгибридные формы превзошли межсортовые и простые межвидовые комбинации. Отобраны многокомпонентные межвидовые формы с комплексом адаптивных качеств и высокой декоративностью, выдающиеся генотипы размножены и высажены на участок первичного сортоизучения. Таким образом, многокомпонентные скрещивания сортов и видов *Chrysanthemum* накапливают и объединяют полигены, увеличивая генотипическое разнообразие, способствуют формированию нового уровня адаптивности и декоративности гибридных форм. Полученные нами межгибридные комплексы как наиболее пластичные и имеющие обогащенную наследственность являются хранителями многих уникальных генов и их сочетаний, ценным исходным материалом для селекции хризантемы садовой в условиях Приморского субрегиона.

Приемы межвидовой гибридизации и близкородственные скрещивания межвидовых гибридов можно считать основополагающими в выявлении и сохранении ценных адаптивных признаков, в совершенствовании отечественного сортимента хризантемы садовой. Отобраны источники и доноры отдельных и комплекса адаптивных признаков. Получены новые сорта Восточная Славянка, Денница, Лазурный Берег, Морская Пена, Северная Пацифика, Созвездие, которые проходят государственное сортоиспытание (рис. 2д–ж). Они отличаются невосприимчивостью к *P. horiana*, относительной зимостойкостью, интенсивностью вегетативного возобновления, высокой декоративностью.

Заключение

Малоснежные зимы с сильными морозами и ветрами, наблюдаемые почти ежегодно в Приморском крае, дают возможность оценить зимостойкость интродуцентов и вновь полученных гибридов хризантемы садовой на естественном фоне, а особенности влажно-тропической летней погоды позволяют использовать территорию края как природную лабораторию с высокой инфекционной нагрузкой, где можно объективно оценивать интродукционный и селекционный материал.

Использование хризантемы садовой в цветочном оформлении городов Приморского края вполне благоприятно и способно оптимизировать варианты цветочно-декоративных композиций, улучшить декоративно-художественный облик населенных пунктов, восполнить дефицит цветущих растений и создать впечатление комфортности в пасмурные прохладные дни поздней осени.

Созданная в БСИ коллекция хризантемы садовой является базой для сохранения и распространения новой культуры в Приморском субрегионе, источником хозяйственно ценных генотипов для селекционной работы.

Региональная селекция хризантемы садовой только начинает развиваться. Межсортовая гибридизация и радиационный мутагенез оказались малоперспективными для получения зимующих в условиях Приморского субрегиона форм, но могут служить дополнительным приемом для расширения генетического разнообразия и выявления скрытых изменений.

Впервые в отечественной селекционной практике получены гибриды сортов с видами *Chrysanthemum* маньчжурской и корейской высокогорной флоры, являющиеся качественно новым генетическим материалом с высоким уровнем адаптации. Именно немногие маньчжурские и корейские высокогорные виды – *Chrysanthemum coreanum*, *C. nakton-gense*, *C. zawadzki* var. *tenuisectum*, *C. leiophyllum* Nakai – выступают надежными комплексными донорами адаптивных признаков. Трансгрессии от скрещиваний адаптивных видов и культурных сортов *Chrysanthemum* – основной и перспективный вектор продвижения к устойчивым в экстремальных условиях селекционным формам нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дворянинова К.Ф. Влияние температуры на сроки цветения хризантем // Цветочно-декоративные растения в Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1973. С. 30–35.
2. Дворянинова К.Ф. Хризантемы. Интродукция, биология и агротехника. Кишинев: Штиинца, 1982. 168 с.
3. Ивашинников Ю.К. Физическая география Дальнего Востока России. Владивосток: ДВГУ, 1999. 324 с.
4. Климат Владивостока / под ред. Ц.А. Швер. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 168 с.
5. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. М.: Колос, 1960. 181 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 6. М.: Колос, 1968. 223 с.
7. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Хризантема // Офиц. бюл. Гос. комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений. 2007. № 10. С. 976–1002.
8. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: ГБС, 1975. 27 с.
9. Недолужко А.И. Белая ржавчина хризантем в Приморском крае // Защита и карантин растений. 2008. № 2. С. 52–53.
10. Недолужко А.И. Изменчивость мелкоцветковых хризантем, индуцированная гамма-излучением // Бюл. Гл. бот. сада. 1997. Вып. 174. С. 127–130.
11. Недолужко А.И., Недолужко А.В. Наследование устойчивости к белой ржавчине в гибридном потомстве хризантемы садовой // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2010. № 6. С. 50–56.
12. Недолужко А.И. Хризантемы для Приморья. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2004. 51 с.
13. Павлюк Н.А., Недолужко А.И. Разнообразие патогенной микобиоты на представителях рода *Chrysanthemum* L. в коллекционном фонде Ботанического сада-института ДВО РАН // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 1. С. 70–75.
14. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1980. 532 с.
15. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1995. 500 с.
16. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.
17. Фадеева Т.С., Соснихина С.П., Иркаева Н.М. Сравнительная генетика растений Л.: ЛГУ, 1980. 248 с.