

РАЗВИТИЕ ЦВЕТКА И СОХРАНЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ КАЧЕСТВ ЦВЕТОВ ЛИЛИИ (*LILIUM* L.) АЗИАТСКИХ ГИБРИДОВ

Панфилова О. Ф., Пильщикова Н. В.

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
“Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева”,
г. Москва, Россия, e-mail: sad200805@mail.ru*

В статье представлены особенности регуляции и физиологических процессов старения лепестков лилии (*Lilium* L.). опыты проводились на интактных и срезанных цветках. Показано, что утрата стабильности мембран, свидетельствующая о начале старения, происходит на четвертой стадии развития цветка, задолго до появления видимых признаков утраты декоративности. Внимание уделено физиологическим причинам утраты декоративных качеств, связанным с гормональной регуляцией, содержанием углеводов и водным обменом. У лилии так же, как и у ранее изученной альстремерии, этилен участвует только в финальной стадии осыпания лепестков. Триггером процесса старения у этилен-нечувствительных видов может выступать пороговый эффект биохимических процессов, связанных с мобилизацией питательных веществ.

Ключевые слова: запрограммированная гибель клеток, жизнь в вазе, старение, цветочная срезка, этилен.

Лилия является одной из важнейших промышленных цветочных культур. По объёму мирового производства срезки она уступает только розе, гвоздике и тюльпану. Это связано с исключительно большим видовым разнообразием, созданием высокодекоративных сортов и гибридов, достаточно лёгких в культуре и обладающих универсальностью использования. Подавляющее большинство мирового сортимента лилии принадлежат к разделу Азиатские гибриды, которые могут успешно выращиваться в условиях средней полосы России без укрытия на зиму.

На современном цветочном рынке ценятся не только внешние признаки срезки, такие как окраска, размер и форма цветка, длина и облиственность побегов, но и продолжительность жизни в вазе. Потенциальное время жизни цветов является результатом сложного взаимодействия генотипа и условий окружающей среды во время выращивания. Долговечность цветка в первую очередь зависит от наследственных свойств сорта или гибрида. Условия выращивания оказывают значительное влияние на накопление углеводов, необходимых для жизнедеятельности

срезки. В послеуборочный период наиболее важными факторами являются поддержание водного статуса и предотвращение преждевременного старения. Именно водный стресс считается одной из самых распространённых проблем потери товарных качеств цветочной продукции в этот период. У ряда культур ограничивает продолжительность жизни в вазе потеря тургесцентности, пожелтение или побурение листьев. Другим распространённым симптомом потери декоративных качеств является завядание и изменение окраски лепестков. Часты случаи нераскрывания или опадения верхних бутонов соцветия [2]. Изучение послеуборочной физиологии не только способствует пониманию фундаментальных биологических процессов, но также может обеспечить возможность контроля старения для продления долговечности срезанных цветов.

Целью настоящей работы было изучение формирования и старения цветов лилии на интактных растениях и в срезке.

Материалы и методы. Исследования проводили на облиственных цветущих побегах лилии (*Lilium* L.) азиатской группы, популярных среди цветоводов гибридах 'Голден Стоун' ('Golden Stone') со звёздчатыми лимонно-жёлтыми цветками, в центре густо усыпанными вишнёвыми крапинками, и 'Марлен' ('Marlene') с нежно-розовыми цветками.

Цветок лилии имеет простой околоцветник, наружный круг из 3 лепестков гомологичен чашелистикам, внутренний – лепесткам венчика в цветках с двойным околоцветником. Для синхронизации изучения старения цветков их развитие разделено на 7 стадий. У цветка первая стадия соответствует плотному бутону с пигментацией внешнего кольца околоцветника, 2 – открыванию бутона, 3 и 4 – открыванию пыльников внешнего и внутреннего колец при полном открытии околоцветника, 5 и 6 – появлению и развитию видимых признаков старения околоцветника, 7 – осыпанию лепестков. Взятие проб осуществляли на 1, 3, 4, 5, 7 стадиях развития цветка. Показатели водного обмена и состояния мембран определяли общепринятыми методами [3]. Обработку раствором тиосульфата серебра ($4\text{mM AgNO}_3 : 32\text{mM Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) проводили в течение одного часа [8]. Повторность опытов – пятикратная.

Результаты и обсуждение. Работа проводилась в 2015–2017 гг. в полевых опытах в условиях Московской области. Почвы – дерново-подзолистые, по механическому составу преимущественно суглинистые. Содержание перегноя – 2,5 %, pH водной вытяжки – 5,8–6,2. Период со среднесуточной температурой ниже 0°C составляет 120–135 дней, начинаясь в конце ноября и заканчиваясь в конце марта. Метеорологические условия в годы исследований были благоприятными для развития лилии. Сумма активных температур и сумма осадков оказались выше средних многолетних.

Вегетация лилии начинается в конце мая, цветение – в середине июня. Цветение завершается в конце июля – первой декаде августа. К началу цветения побеги лилии ‘Марлен’ достигают высоты 80–90 см с суммарной площадью листьев около 10 дм². У ‘Голден Стоун’ – 120 см и 14 дм². Лепестки цветков, по сравнению с листьями, характеризовались более высокой оводнённостью тканей и заметно меньшей интенсивностью транспирации. У листьев интенсивность транспирации составляла 300–350 мг/(г·ч), у лепестков не превышала 200 мг/(г·ч). Способность тканей снижать водоотдачу в условиях ограниченного водообеспечения характеризуется водоудерживающей способностью. В её основе лежат водоудерживающие силы коллоидов белка и других гидрофильных соединений. Повышение водоудерживающей способности является целесообразной реакцией защиты в условиях водного дефицита. О водоудерживающей способности тканей судили по водоотдаче отчленённых листьев и лепестков за 30 минут. Водоотдача лепестков находилась на уровне 4 %, у листьев достигала до 6 %. Таким образом, транспирация листьев является основной статьёй расходования воды в срезке. Активно транспирирующие листья способны оттягивать воду от лепестков, вызывая завядание цветков. Большое значение имеют условия выращивания, способствующие формированию эффективно функционирующего устьичного аппарата листа. На розах убедительно показано, что выращивание при высокой влажности воздуха приводит к возрастанию плотности устьиц и более высокой интенсивности транспирации при подсушивании. Растения, выращенные при высокой влажности воздуха (90 %), оказались не способны снизить устьичную проводимость при 40 %. Дело в том, что в условиях повышенной влажности формируются более тонкие листовые пластинки со сниженной плотностью проводящих тканей, а в эпидермисе содержится большее количество крупных устьиц с широкими устьичными щелями. Эти анатомо-морфологические особенности листа не позволяют осуществлять эффективный контроль испарения воды в условиях ограниченного водоснабжения [1].

Существует строгий временной контроль развития цветка. У изученных сортов лилии из очень плотных, зелёных, с окружностью 4–4,5 см бутонов, готовых лопнуть, ярко окрашенные бутоны с длиной окружности 8–9 см формируются в течение 8–10 дней. Открывшийся цветок имеет диаметр 12–14 см с более ярко окрашенными лепестками наружного кольца. Открывшиеся цветки с воронковидной формой к 6 этапу делаются более плоскими, окраска бледнеет, лепестки утончаются и закручиваются вниз. Видимые признаки ухудшения декоративных качеств появляются на 8–10 день. При опадении лепестков наблюдается подвядание только их кончиков.

Опыты с кастрацией цветков ‘Марлен’ показали, что удаление тычинок и рыльца пестика у зелёных, ярко окрашенных и только что распустившихся бутонов не влияет на продолжительность жизни венчика. При этом иногда наблюдается более интенсивная окраска наружного круга лепестков на третьей стадии развития цветка. На 5–6 этапах венчик кастрированных цветков более тонкий и бледный, имеет несколько меньший диаметр, но сохраняется, как и в контроле, в течение 8–10 дней.

Принято считать, что время жизни в вазе у срезанных цветов меньше, чем на интактном растении. Однако наши опыты со сравнительным изучением парных одновозрастных цветков показали, что срезанные и поставленные в воду цветки могут сохранять декоративные качества на один-два дня дольше, чем на материнском растении. Развивающиеся пазушные бутоны уменьшают размеры цветка. Их размеры не превышают 10–12 см, тогда как парные цветки без пазушного бутона достигают 14 см. Сами пазушные бутоны значительно отстают в развитии от апикальных. Удаление бутонов увеличивало время жизни раскрывшихся цветков. Всё это, может быть, связано с конкуренцией в соцветии за доступные углеводы, необходимые как для энергообеспечения, так и поддержания осмотического актива клеток. Для срезанных цветов особенно возрастает роль сахаров как антиоксидантов в условиях механического стресса. В наших предыдущих работах показана неоднозначность результатов введения сахарозы в вазовый раствор для сохранения декоративных качеств розы и гвоздики и проанализирована множественность её регуляторного и трофического действия [4, 5]. В литературе есть убедительные данные о том, что жизненный период цветков в соцветии действительно ограничен углеводами [12].

Данные об участии этилена в старении цветков лилии весьма противоречивы. Большинство исследователей склонны относить лилию к этилен-нечувствительной группе. Однако в ряде исследований показаны существенные сортовые различия в реакции на экзогенный этилен и препараты с антиэтиленовым действием [10, 13]. В наших опытах обработка тиосульфатом серебра задерживала опадение лепестков только на один-два дня. Вероятно, для лилии, так же, как для альстремерии, этилен не является основным триггером включения программы старения, но участвует в координации процессов финальной стадии осыпания лепестков [8]. Одним из регуляторов старения и гибели клеток может выступать распределение ресурсов.

Старение лепестков не является следствием постепенного использования ресурсов и истощения клеток. Важную роль в реализации морфогенетической программы онтогенеза растения и старения органов

играет запрограммированная гибель клеток. На ряде культур показано, что регистрируемые индикаторы программируемой гибели проявляются на ранних стадиях развития цветка [6, 7, 11, 14]. В настоящих исследованиях лилии также выявлено, что ключевые события старения лепестков происходят на стадии полного открытия околоцветника без видимых признаков старения. Уже на 4 этапе развития, когда проявляются лучшие декоративные качества цветка, резко снижается индекс стабильности мембран. Дестабилизация мембран, сопровождающая старение, является следствием перекисного окисления липидов в условиях снижения антиоксидантной активности клетки. Триггером процесса старения может выступать пороговый эффект одного или нескольких постепенных биохимических процессов, связанных с протеолитической активностью и разрушением сложных липидов, обеспечивающих мобилизацию питательных веществ.

Заключение. Утрата декоративных качеств срезки обусловлена реализацией генетической программы развития, нарушением гормонального баланса, водного обмена и углеводного метаболизма. Большое значение имеют условия выращивания, а также транспортировки, хранения и жизни в вазе. Разработка технологий выращивания на основе знаний жизнедеятельности растений и её зависимости от условий среды обеспечивает повышение продуктивности растений и качества цветочной продукции. Изучение послеуборочной физиологии не только способствует пониманию фундаментальных биологических процессов, но также может обеспечить возможность контроля старения для продления долговечности срезанных цветов. Основное внимание исследователей в настоящее время уделяется эффективным нефитотоксичным химическим препаратам бактерицидного и антиэтиленового действия [9]. Современные нанотехнологии уделяют особое внимание стратегии управления этиленом путём загрузки в коллоидные носители ингибиторов биосинтеза этилена, чувствительности к нему, технологий удаления этилена на всей цепочке распределения от производителя до потребителя. Однако, признавая значение этилена в старении, надо понимать, что только у ограниченного круга растений он является триггером процесса старения.

Библиографический список

1. Кошкин Е.И., Адрианов В.Н., Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Физиологические основы качества продукции цветоводства – М.: РГАУ-МСХА, 2012. – 295 с. – ISBN: 978-5-9675-0654-3.
2. Кошкин Е.И., Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Качество продукции цветоводства: проблемы и решения. – М.: РГАУ-МСХА, 2012. – 266 с. – ISBN: 978-5-9675-0753-3.

3. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В., Фаттахова Н.К. Практикум по физиологии растений – М.: РГАУ-МСХА, 2010. – 110 с. – ISBN: 978-5-9675-0382-5.
4. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Физиологические основы сохранения декоративных качеств срезанных цветов // Инновации – сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Калининград, 24-27 сентября 2013 г. / под ред. Е.С. Ронжиной. – Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2013. – С. 94-97. – ISBN: 978-5-94826-364-9.
5. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Жизнь в вазе срезанных цветов гвоздики садовой и альстремерии // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2014. – Вып. 51. – С. 248-255. – ISSN: 2225-3068.
6. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Апоптоз и жизнь в вазе срезанных цветов // Экономика и управление народным хозяйством. Состояние и перспективы развития современной науки: социально-экономические и естественнонаучные исследования: материалы IX междунар. научно-практической конференции, Пенза, 27-28 декабря 2016 г. – Пенза: ПДЗ, 2016. – С. 82-85. – ISBN: 978-5-8356-1627-5.
7. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Старение органов растения как реализация генетической программы развития // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2017. – Вып. 61. – С. 174-180. – ISSN 2225-3068.
8. Пильщикова Н.В., Панфилова О.Ф. Чувствительность к этилену и регуляция старения лепестков гвоздики и альстремерии // Доклады ТСХА. – 2016. – № 288-1. – С. 68-72.
9. Рындин А.В., Лях В.М. Хранение и продление жизни срезанных цветов роз и других цветочных культур: обзор // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2016. – Вып. 58. – С. 145-161. – ISSN: 2225-3068.
10. Ebrahimzadeh, A.S., Jimenez-Becker A., Manzano-Medina S., Jamilena-Quesada M., Lao-Arenas M.T. Evaluation of ethylene production by ten Mediterranean carnation cultivars and their response to ethylene exposure // Spanish Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 9. – № 2. – P. 524-530. – ISSN: 1695-971X.
11. Rogers H.J. Programmed cell death in floral organs: how and why do flowers die? // Annals of Botany. – 2006. – Vol. 97. – № 3. – P. 309-315. – ISSN: 0305-7364.
12. van Doorn W.G. Is the onset of senescence in leaf cells of intact plants due to low or high sugar levels? // Journal of experimental Botany – 2008. – Vol. 59 – № 8. – P. 1963-1972. – ISSN: 0022-0957.
13. van Doorn W.G. The Postharvest Quality of Cut Lily Flowers and Potted Lily Plants // Proc. II Ind is on the Genus *Lilium* Eds. A. Grassotti and G. Burchi Acta Hort. – 900 – 2011. – P. 255-264.
14. Wagstaff C., Malcolm P., Rafid A., Leverentz M., Griffiths G., Tomas B., Stead A., Rogers H. Programmed cell death (PCD) processes begin extremely early in *Alstroemeria* petal senescence // New Phytologist. – 2003. – Vol. 160. – № 1. – P. 49-59. – doi: 10.1046/j.1469-8137.2003.00853.x

**FLOWER DEVELOPMENT
AND PRESERVATION OF ORNAMENTAL QUALITIES
IN LILIES (*LILIUM* L.) OF ASIAN HYBRIDS**

Panfilova O. F., Pilshchikova N. V.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev”,
c. Moscow, Russia, e-mail: sad200805@mail.ru*

The paper presents some peculiarities of regulation and physiological senescence processes in lily petals (*Lilium* L.). The experiments were carried out on intact and cut flowers. It is shown that the loss of stability of membranes, indicating the beginning of senescence, occurs at the fourth stage of flower development, long before visible signs of ornamental qualities loss. Attention is paid to the physiological causes of ornamental qualities loss associated with hormonal regulation, carbohydrate content and water metabolism. In lilies, as well as in previously studied alstroemeria, ethylene is involved only in the final stages of petals drop. The trigger of senescence process in ethylene insensitive species can be a threshold effect of biochemical processes associated with the mobilization of nutrients.

Key words: programmed cell death, vase life, senescence, cut flower, ethylene.

УДК 630.181.8:582.717.4

ЗИМОСТОЙКОСТЬ И ДЕКОРАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ *HYDRANGEA* L. В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Синогейкина Г. Э.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»,
г. Барнаул, Россия, e-mail: galinasinog@mail.ru*

В статье представлены результаты наблюдений за зимостойкостью шести интродуцированных сортов *Hydrangea* L. в условиях лесостепи Алтайского края. Установлено, что сорт 'Pinky Winky', принадлежащий *H. paniculata* является наиболее зимостойким, сорт 'Limelight' *H. paniculata* – менее зимостойкий; самыми неустойчивыми являются *H. arborescens* 'Bella Anna', а также *H. paniculata* 'Kyushu', 'Tardiva' и 'Vanille Fraise'. Сроки цветения сортов гортензии охватывают период с третьей декады июля до второй декады октября. В озеленительный ассортимент для использования в условиях Алтайского края предварительно рекомендованы все сорта, кроме *H. paniculata* 'Vanille Fraise'.

Ключевые слова: коллекция, интродукция, степень повреждения, сроки и продолжительность цветения, морфологические признаки.

Гортензия – это декоративный кустарник, который ценится в озеленении за красивые соцветия и продолжительный период цветения. В течение поздней весны и начала лета кусты гортензии привлекают внимание своими очень крупными листьями, а со второй половины лета и до поздней осени цветущими соцветиями разнообразной окраски и формы. Род *Hydrangea* L. (гортензия) относится к семейству *Hydrangeaceae* Dumort., который насчитывает около 35 видов, из них более 20 произрастают в Китае и два – на Дальнем Востоке [3].