

ВОДНЫЙ СТРЕСС В ЖИЗНИ СРЕЗКИ РОЗЫ (*ROSA HYBRIDA* L.)

О.Ф. Панфилова, Н.В. Пильщикова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, Россия, sad200805@mail.ru

Аннотация. Срезанные розы в результате водного стресса не проходят весь процесс естественного старения. Утрата декоративных качеств происходит на ранней стадии зрелости цветков из-за затруднения открытия цветков за счет тургорных явлений, увядания и засыхания лепестков. Chrysal не обеспечивает естественное развитие цветка, а лишь несколько задерживает завядание. Условия выращивания розы на срез должны обеспечивать активное функционирование устьичного аппарата.

Ключевые слова: роза (*Rosa hybrida* L.), водный стресс, старение лепестков, цветочная срезка, этилен

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-613-617

Оценка качества срезанных цветов обычно проводится по внешним качествам: размеру, окраске, форме цветка, а также длине стебля и состоянию листьев. В настоящее время все большее внимание уделяется внутреннему качеству – потенциальной жизни цветов в вазе. Долговечность цветочной продукции определяется генетическими особенностями и условиями выращивания растений. Для срезки розы наиболее важны факторы, обеспечивающие накопление достаточного количества сахаров в побегах и формирование функционально активного аппарата регуляции водного обмена.

Водный транспорт является неотъемлемой частью регуляторной системы растения. За счет единства гидродинамической системы и «карандашной передачи» он значительно превосходит по скорости не только трофическую и гормональную, но и электрофизиологическую регуляцию [Пильщикова, Панфилова, 2007]. В послеуборочный период именно водный стресс является одной из самых распространенных проблем потери качества цветочной продукции. Его следствие состоит не только в потере тургесцентности листьев и цветков, но и в ускорении старения за счет накопления этилена. Цветы на срез выращивают в основном в защищенном грунте, где возможна регуляция условий влагообеспеченности, минерального питания и микроклимата. Важная составляющая водного режима – относительная влажность воздуха, оптимальное значение которой для цветочных культур варьирует в пределах 60-80%. Дальнейшее ее повышение может способствовать распространению грибных и бактериальных заболеваний растений. В многочисленных исследованиях показано также, что выращивание роз при высокой влажности воздуха снижает качество срезки даже в отсутствии инфицирования. Эти условия индуцируют целый ряд анатомических и функциональных изменений растений, мешающих им впоследствии адаптироваться к водному дефициту, среди которых особенно важное значение имеет формирование и функционирование устьичного аппарата [Кошкин и др., 2012; Byung-Chun In, Jin Hee Lim, 2018].

Цель настоящей работы состояла в изучении особенностей послеуборочной жизнедеятельности срезанных чайно-гибридных роз, оказавшихся в условиях нарушения водного баланса в результате утраты корневой системы.

Материалы и методы. Объектами исследования служили наиболее популярные во флористике сорта розы (*Rosa hybrida* L.): "Avalanche", "Vendela", "Red Naomi", "First Red", "Grandgala". Для опыта брали хорошо облиственные побеги длиной 60 см с 7-8

листьями и второй стадией развития цветка по Kumar, 2008 [Кошкин и др., 2012].

Декоративные качества цветов оценивали по 5-балльной шкале, учитывая стадию развития цветка, тургесцентность и окраску лепестков и листьев, наличие некротических пятен. Оценка 5-4 баллов соответствует 2-3 стадии развития цветка с яркой неповрежденной облиственностью побега. Оценка 3 балла характеризует удовлетворительное состояние с 4-5 стадией развития цветка и началом завядания листьев. С оценкой 2 балла полностью раскрывшиеся цветки могут быть использованы во флористике только с аранжировочной зеленью. Для характеристики жизнедеятельности срезки в вазовом растворе определялись показатели газообмена, водного обмена, изменения состояния мембран при старении лепестков и листьев. Используются общепринятые методы физиологии растений [Панфилова и др., 2010].

Результаты и обсуждение. При разработке условий продления жизни в вазе срезанных цветов в качестве модели используют развитие цветка на материнском растении. Наши наблюдения показывают, что этот очень логичный подход не может быть использован для чайно-гибридных роз. На кусте первые стадии развития цветка проходят очень быстро. От состояния окрашенного бутона до 3 стадии у разных сортов проходит не более 2-3 дней. Дальнейшие процессы развития и старения цветка на кусте происходят крайне медленно. На 4 стадии цветок сохраняет высокие декоративные качества в течение 16-20 дней. Сортовые различия сохранения декоративных качеств на кусте можно использовать как потенциальные возможности жизни в вазе только с учетом особенностей формирования и функционирования устьичного аппарата листьев разных ярусов на цветоносном побеге.

Изучение газообмена листьев цветоносных побегов с помощью инфракрасного газоанализатора LI –COR 6400RX показало его достаточно высокий уровень. Старение цветка сопровождалось снижением фотосинтеза с 17,5 мкМ $\text{CO}_2/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ при 3-ей стадии до 14,0 мкМ $\text{CO}_2/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ при 6-ой стадии развития цветка. Интенсивность транспирации у верхних более молодых листьев была значительно выше, чем у листьев среднего яруса, что может быть связано с меньшим развитием кутикулы и лучшей влагообеспеченностью молодых листьев. Интенсивность транспирации и устьичная проводимость листьев по мере развития цветка оставались на уровне 0,58-0,70 мМ $\text{H}_2\text{O}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ и 0,4-0,5 М $\text{H}_2\text{O}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$, соответственно. Это сохранение высокого уровня транспирации листьев при большой облиственности побега создает серьезные трудности поддержания водного баланса без дефицита срезанных побегов и может быть причиной преждевременного завядания цветков.

Нарушение водного обмена и возникновение водного дефицита в срезанных побегах приводят к сокращению времени сохранения декоративных качеств розы в срезке. Главная причина – эмболия сосудов в отсутствии корневого давления и нарушение водной проводимости ксилемы эпифитной микрофлорой. Показано, что закупорка сосудов в срезке розы возникает первоначально на высоте 2-5 см над поверхностью воды на 2-3 день и постепенно возрастает, что сопровождается накоплением продуктов разложения пектиновых веществ в результате микробиологической деятельности *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas* sp., *Comamonas acidovorans* и *Chryseomonas luteola*. Показана эффективность импульсной послеуборочной обработки побегов нано-серебром (50 мг/л в течение часа) в подавлении активности этих бактерии и продлении жизни в вазе срезанных цветов, в том числе розы [Hongmei et al., 2012]. Кроме того, листья на срезанном побеге лишены корневого регулирования устьичных движений.

Изучение параметров водного обмена срезки розы, поставленной на воду и коммерческий препарат для продления жизни цветов в вазе Chrysal, показало, что интенсивное поглощение воды в первые 5 дней существенно снижалось в последующие

сроки. При этом, если в первые сроки определения Chrysal стимулировал поглощение воды, то к 10 дню поглощение воды побегом в контроле у разных сортов составляло 5,5-6,0 мл, на растворе Chrysal только 4,6-5,2 мл в сутки. В день постановки опыта лепестки и листья характеризовались достаточно высокой интенсивностью транспирации. Интенсивность транспирации лепестков, несмотря на их более высокую оводненность, была значительно ниже, а водоудерживающая способность выше, чем у листьев. Водоотдача лепестков на воде и растворе Chrysal сохранялась на уровне 4% в течение первых трех дней и к концу опыта увеличивалась до 6%. Уже через 7 дней наблюдалось подсыхание нижних листьев. Листья среднего и верхнего ярусов сохраняли тургесцентность при содержании воды 76-82%. Наблюдение состояния устьиц показало, что они оставались открытыми в течение дня и не закрывались к вечеру. Причиной этого могли быть условия выращивания растений. Показано, что розы из зимних теплиц с высокой влажностью и низким значением дефицита давления пара, не испытывающие недостатка воды при выращивании, теряют способность регулировать транспирацию при водном стрессе в срезке, и имеют меньшее время жизни в вазе [Byung-Chun In, Jin Hee Lim, 2018]. Учитывая, что основную испаряющую поверхность составляют листья, именно они вносят существенный вклад в потерю воды срезкой розы.

Белые сорта розы "Avalanche", "Vendela" в срезке развивались более быстрыми темпами, чем красные ("Red Naomi", "First Red", "Grandgala"). На 4-ый день жизни в вазе белые розы достигли 4 стадии зрелости и имели рыхлые цветки. У красных роз сохранялась 3 стадия зрелости цветков. На 7-ой день цветы всех сортов находились на 4-5 стадии роспуска. На растворе Chrysal, белые розы распустились меньше, чем красные, что в дальнейшем способствовало несколько большей продолжительности сохранения декоративных качеств. Через 12 дней после постановки опыта только белые розы на растворе Chrysal сохраняли декоративность на 4-5 стадии развития цветка. Таким образом, Chrysal, как и в опытах с гвоздикой и альстромерией [Пильщикова, Панфилова, 2016], продлевает жизнь в вазе, замедляя развитие, но не обеспечивает естественного развития цветка. Утрата декоративных качеств происходит в результате краевых некрозов и дальнейшего засыхания лепестков не полностью развитых цветков. Неполное открытие цветков, в основе которого лежат тургорные явления, также может быть следствием неблагоприятного действия водного дефицита.

Зависимость жизни в вазе от водного баланса побега усугубляется тем, что водный стресс в послеуборочный период приводит к существенному изменению гормонального баланса листьев и лепестков. Это выражается, прежде всего, в экспрессии генов биосинтеза и чувствительности к этилену, а также биосинтезе АБК [Doorn, Woltering, 2008; Paliyath, 2008]. Считается, что этилен играет ключевую роль в инициации старения цветков. АБК является усилителем процесса старения, вызванным этиленом в большей степени, чем иницирующим фактором, поскольку обработка АБК не влияет на старение, если проведена предобработка ингибиторами действия этилена. Однако синхронное изменение увеличения содержания этих гормонов при естественном старении цветка делает невозможным вычленить роль каждого из них в этом процессе после срезки. Так или иначе водный стресс приводит к нарушениям обменных процессов и состояния мембран, что ускоряет старение и смерть клеток. Изучение механизмов реализации запрограммированной гибели клеток (ЗКГ) при увядании представляет интерес с точки зрения взаимодействия различных программ клеточной гибели, которыми, очевидно, располагают растения. В наших предыдущих исследованиях было показано, что у этилен нечувствительной альстромерии [Панфилова, Пильщикова, 2014, 2017] индикаторы ЗКГ проявляются на ранних стадиях развития цветка. Ключевые события старения лепестков, в том числе падение индекса

стабильности мембран и снижение антиоксидантной активности, происходят на стадии полного открытия околоцветника без видимых признаков старения. 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.

Таким образом, возникший в послеуборочный период водный стресс препятствует естественному развитию цветка из-за затруднения его открытия в результате тургорных явлений. Оттягивание воды активно транспирирующими листьями от лепестков приводит к их увяданию и засыханию на ранней стадии зрелости цветков. Накопление этилена в результате стресса ускоряет процессы старения. Коммерческий препарат для продления жизни цветов в вазе Chrysal не обеспечивает естественное развитие цветка, а лишь несколько задерживает завядание. Более эффективным средством сохранения декоративных качеств является активное функционирование устьичного аппарата, предотвращающее водный стресс в послеуборочный период.

Литература

Кошкин Е.И., Адрианов В.Н., Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Физиологические основы качества продукции цветоводства. Учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА, 2012. – 296 с.

Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В., Фаттахова Н.К. Практикум по физиологии растений. Учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА, 2010. – 110 с.

Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Жизнь в вазе срезанных цветов гвоздики садовой и альстромерии // Субтропическое и декоративное садоводство. – Сочи: ВНИИЦиСК. – 2014. – Т. 51. – С. 248–255

Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Участие редокс-процессов в старении лепестков и время жизни цветов в вазе. В сборнике: Молекулярные аспекты редокс-метаболизма растений. Роль активных форм кислорода в жизни растений Материалы II Международного симпозиума и международной научной школы. Редактор И.В. Максимов и др. – 2017. – С. 196–199.

Пильщикова Н.В., Панфилова О.Ф. Участие воды в регуляторной системе растений. В сборнике: Влияние физических, химических и экологических факторов на рост и развитие растений Материалы 4-ой Всероссийской научной конференции в МГОПИ. – 2007. – С. 112.

Пильщикова Н.В., Панфилова О.Ф. Чувствительность к этилену и регуляция старения лепестков гвоздики и альстромерии // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 288-1. – С. 68–72.

Byung-Chun In, Jin Hee Lim. Potential vase life of cut roses: Seasonal variation and relationships with growth conditions, phenotypes, and gene expressions // Postharvest Biology and Technology. – 2018. – V. 135. – P. 93–103.

Doorn W.G., Woltering E.J. Physiology and molecular biology of petal senescence // Journal of Experimental Botany. – 2008. – V. 59, No. 3. – P. 435 – 480.

Hongmei Li, Xinmin Huang, Jianbei Li et al. Efficacy of nano-silver in alleviating bacteria-related blockage in cut rose cv. Movie Star stems // Postharvest Biology and Technology. – 2012. – V.74. – P. 36–41.

Paliyath G. Postharvest biology and technology of fruit, vegetables and flowers. – Wiley-Blackwell, 2008. – 496 p.

WATER STRESS IN THE LIFE OF CUT ROSES (*ROSA HYBRIDA* L.)

O.F. Panfilova, N.V. Pilshchikova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, Moscow, Russia, *sad200805@mail.ru*

Abstract. Cut roses as a result of water stress do not go through the whole process of natural aging. The loss of decorative qualities occurs at an early stage of maturity of flowers due to the difficulty of opening flowers due to turgor phenomena, withering and drying of petals. Chrysal does not provide the natural development of the flower, but only slightly delays the wilting. Conditions for growing cut roses cut must ensure the active functioning of the stomatal apparatus.

Keywords: *rose (Rosa hybrida L.), water stress, senescence of the petals, cut flower, ethylene*