

growing in The Upper Arboretum Park. There was no correlation between the presence and degree of destruction of *M. grandiflora* trunk wood and the age of the trees examined. The use of the ultrasound tomography method expands the possibilities of diagnostics of phytopathogenic lesion of the trunk wood. The combination of visual assessment and instrumental diagnostics of trunk wood allows us to obtain more complete information about the vital state of trees.

Keywords: *Magnolia grandiflora* L.; instrumental diagnostics; ultrasound tomography; phytopathogenic disorders; vital state.

УДК 582.734

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-2-155-16-23

ПОЧКОВЫЕ МУТАЦИИ И АНОМАЛИИ РОЗ*

Ольга Любомировна Березовская¹, Алена Сергеевна Козенкова²

¹ФГБУН Ботанический сад-институт ДВО РАН, 690024 г. Владивосток ул. Маковского 142.

²ГУ Забайкальский ботанический сад. 672051, Забайкальский край, г. Чита, ул. Генерала Белика, 24, а/я 821. Тел.: (3022) 32-12-88. Россия.

E-mail: ussurochka_olga@mail.ru^{1*}

Проведены наблюдения за явлениями пролификаций, фасциаций и почковых мутаций на сортах и видах роз. Фасциации, пролификации и почковые мутации приводят к изменению формы органов сосудистых растений, в результате чего происходит изменение признаков и свойств растений. Уже в 19 веке появилось новое направление в ботанике – тератология, изучающая уродства органов растений, фасциации и причины их возникновения. Наиболее точными определениями фасциации считают формулировки Линнея, Пенцига. По классификации Шоуте, имеется три морфологических типа фасциации: линейная, радиальная и кольцевая. В коллекциях Ботанического сада ДВО РАН и Забайкальского ботанического сада проведены наблюдения за явлениями пролификаций, фасциаций и почковых мутаций на сортах и видах рода *Rosa* L. Случаи линейной фасциации побегов выявлены на сортах садовых роз: “Crimson Rambler”, “Eutin” и “Henry Morse”. На сорте “Crimson Rambler” фасцированный побег выглядел аномально широким. Радиальная фасциация цветка отмечена у сортов роз: “Aloha”, “Burgund” и “Dame de Coeur”. Фасцированные цветки роз были уродливыми, плоды у них не завязывались. Проявление фасциаций и почковых мутаций на розах происходит в условиях муссонного климата при низких положительных температурах и большом количестве осадков в период активного роста растений. В результате выявления и отбора почковых мутаций получены три новых сорта садовых роз, устойчивых к высокой влажности и грибным болезням, – “Первая Поземка”, “Уссурочка”, “Амурские Волны”. Многолетние наблюдения показали, что явления фасциаций и почковых мутаций на розах происходили параллельно под воздействием на растения различных факторов среды. Эти явления проявлялись чаще в особо дождливые годы.

Ключевые слова: розы; пролификации; фасциации; новые сорта; селекция.

Введение

Пролификация – образование какого-либо органа растения из другого органа, рост и развитие, которого закончились. Пролификация обусловлена активизацией меристемы и проявляется в том, что из цветка могут развиваться облиственный побег, новый цветок или даже целое соцветие.

* Настоящая публикация представляет версию доклада авторов на Второй Международной научной конференции «ЦВЕТОВОДСТВО: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ» (Ялта, Республика Крым, 8–13 ноября 2020 г., ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»).

Фасциация (от латинского *fascia* – пучок) – уродливая деформация побегов растений, при которой они становятся плоскими, лентовидными, ребристыми. Явление фасциации представляет собой весьма известное и широко распространенное среди сосудистых растений сложное уродство, выражающееся в резком изменении нормальной формы структуры органов растения вследствие срастания стеблей друг с другом, ветвей с главным побегом, в появлении нескольких точек роста, в разрастании одной точки роста, в смещении ритма деления и дифференциации клеток. Фасциация обычно сопровождается нарушением листорасположения и резким умножением числа гомологичных органов цветка (элементов околоцветника, андроцея и особенно гинецея), что приводит к образованию сложных фасцированных плодов. Несмотря на то что изучение фасциации у растений имеет трехсотлетнюю историю исследования, до сих пор не определена истинная причина этого явления.

Уже в 19 веке появилось новое направление в ботанике – тератология, изучающая уродства органов растений, фасциации и причины их возникновения. Наиболее точными определениями фасциации считают формулировки Линнея, Пенцига. Шоуте И.С. (1936) выделил три морфологических типа фасциации: линейную, радиальную и кольцевую.

Линейная представляет собой наиболее распространенную и типичную форму фасциации, выражающуюся в строго одностороннем латеральном разрастании фасцированного органа. При *радиальной* фасциации фасцированный орган, мощно разрастаясь и умножая гомологичные элементы, вместе с тем сохраняет более или менее свою радиальную симметрию. При *кольцевой* фасциации стебель по мере нарастания резко воронковидно расширяется, образуя внутри широкую полость. Стенки такого воронковидного образования обыкновенно имеют двойной проводящий цилиндр: внешний, нормальный, и внутренний, инвертированный. Воронка покрыта эпидермисом как внутри, так и снаружи стебля и даже иногда несет листья (Данилова, 1961).

Фасциации – это морфологический результат ненормального срастивания нескольких органов или частей растения: сращения стеблей, соцветий, цветков и плодов, происходящих вследствие параллельного роста нескольких близко расположенных меристематических зачатков, точек роста или почек. Поэтому это явление удобнее рассматривать не как «срастание», а как «не расхождение» органов (Шавров, 1961).

Ранее были опубликованы данные о взаимосвязи между молекулярно-генетическими процессами и наблюдаемыми на макроуровне анатомо-морфологическими изменениями, типичными для фасцированных растений. В статье «Фасциация цветка и побега; от фенологии до построения моделей преобразования апикальной меристемы») рассмотрен феномен фасциации, возникающий как результат увеличения объема побеговой апикальной меристемы. Приведены наблюдения за различными фасцированными формами побегов и цветков: радиальная, линейная, кольцевая фасциация, дефасциация. Предложена модель анатомо-морфологических изменений, сопровождающих фасциацию (Чуб, Синюшин, 2012).

Фасциации цветков, соцветий, плодов, соплодий иногда используют в селекции растений. При последовательном и строгом отборе можно достичь довольно большого процента проявления желаемых положительных признаков фасциаций в потомстве. О формообразующей роли фасциаций у растений существует довольно единодушное положительное мнение. Комаров указывал, что фасциации имеют важное практическое значение и могут использоваться при выведении новых видов и сортов культурных растений. (Комаров, 1931; Филов, 1961).

Почковые мутации имеют существенное значение в формообразовательном процессе; в результате почковых мутаций происходит изменение признаков и свойств

растений. Современный мировой сортимент роз создан в результате очень длительного процесса, связанного с селекцией новых форм растений, наиболее декоративных и полезных для человека. За всю историю культивирования садовых роз накопилось уже много сортов, возникших в результате спонтанных соматических мутаций - споров. Из опубликованных данных следует, что приблизительно 10% сортов от их общего количества, полученных в мире до 1986 года, являются спортами (Зыков, Клименко, 2007).

Целью работы является изучение причин, условий появления пролификаций, фасциаций и почковых мутаций на сортах садовых и видовых роз. Это исследование позволит своевременно выявить и размножить полезные почковые мутации на садовых и видовых розах, которые способствуют получению новых декоративных зимостойких сортов, адаптированных к условиям климата Приморского и Забайкальского краев.

Материалы и методы

Наблюдения за явлениями пролификаций, фасциаций и почковых мутаций проводились в Ботаническом саду-институте ДВО РАН (1995–2017 гг.) и Забайкальском ботаническом саду (2009 – 2019 гг.) на коллекциях роз открытого и закрытого грунта. При наблюдении применялись методики сортооценки роз Былова (1967) и Бессчетновой (1975).

Результаты и обсуждение

Пролификация (от латинского *proles* – отпрыск, потомство и *fasio* - делать). Пролификация обусловлена активизацией меристемы и проявляется в образовании какого-либо органа растения из другого органа, рост и развитие которого закончились. За все время наблюдений, проведенных в БСИ ДВО РАН и в теплицах Забайкальского ботанического сада, мы выявили несколько случаев пролификации на однолетних сеянцах, один - на черенках и более десяти - на старых кустах роз. Возможно, пролификация была вызвана недостатком активных температур в зимний период (рис. 1). С наступлением весны увеличивается продолжительность светового дня, повышаются среднесуточные температуры в теплицах и активизируются все ростовые процессы. Как правило, пролификацию наблюдали в марте-апреле.



Рис. 1 Пролификация на сортах роз “Marco Polo” и “Burgund”
Fig.1 Proliferation of rose flower “Marco Polo” and “Burgund”

Мы полагаем, что пролификация - это не обычное явление (как трактуется в научной литературе), а генетический сбой, мутация в меристеме органов. Пролификация и фасциация возникают в результате нарушения в генетическом материале организма. В Ботаническом саду-институте ДВО РАН нами были выявлены растения, у которых фасциация и пролификация проявлялись одновременно. У сеянца, полученного из семян от свободного опыления сорта чайно-гибридной группы "Roter Stern", был отмечен необычный цветок. Дальнейшие наблюдения за развитием сеянца дали определенные результаты. Вначале мы наблюдали пролификацию генеративных органов цветка, а позже - радиальную фасциацию (рис. 2).



Рис. 2 Пролификация и фасциация на цветке сеянца розы "Roter Stern"
Fig.2 Prolification and fasciation of rose seedling flower "Roter Stern"

Многие авторы при интродукции роз представляют фасциации как морфологические аномалии. Так, например, Лебедева Т.И. описала случай фасциации побега розы, на котором цветки отсутствовали. Коконов М.Т. отмечает фасциацию побегов у роз, зависящую от полиэмбрионии и являющуюся результатом самосрастания, параллельного роста двух или нескольких зачатков почек одного пазушного «глазка» и роста зародышевой. Он полагает, что у некоторых растений фасциации наследственны при вегетативном и половом размножении (Бессчетнова, 1975).

Анатомическими исследованиями этого явления было установлено, что в зоне фасциации идет интенсивное деление клеток, срастание происходит за счет бурно увеличивающейся паренхимы, обволакивающей сосудистые пучки, препятствующие их расхождению (Филов, 1961).

В коллекции роз открытого грунта нами были отмечены три случая линейной фасциации побегов на плетистой розе сорта "Crimson Rambler" и розах флорибунда сортов "Eutin" и "Henry Morse". В течение вегетационного периода мы проводили наблюдения за тем, какие изменения происходят с фасцированными органами растений. Например, на сорте роз "Eutin" фасцированный побег разделился на два. Оба побега несли полноценные соцветия, период цветения, согласно многолетним фенологическим наблюдениям, протекал в обычные сроки. На сорте "Henry Morse" фасцированный побег разделился на три нормальных. Все три побега несли полноценные соцветия, период цветения протекал в обычные сроки. После цветения на

фасциированных побегах сформировались полноценные плоды. Во время наблюдения за такими растениями было установлено, что при дальнейшем росте фасциированных побегов происходило их деление на несколько нормальных.

На сорте плетистой розы “Crimson Rambler” был обнаружен (в июне) побег с линейной фасциацией. Молодой побег постепенно утолщался и переходил в плоский. Аномальный побег по своему диаметру превосходил нормальный в четыре раза. Расстояние между листьями сократилось в три-четыре раза. Размеры листа и листочков фасциированного растения были значительно меньше по сравнению с нормальными растениями. В июле температурный и водный режим нормализовался и фасциированный побег постепенно разделился на два, а затем на три нормальных. Мы полагаем, что причиной образования этих фасциаций явились неблагоприятные погодные условия: низкие температуры, избыточное увлажнение в период активного роста побегов. При нормализации погодных факторов это явление исчезло. Фасциация не является строго наследственным признаком растений. Однако имеющиеся в научной литературе данные (Филов, 1961, Шавров, 1961) и наши наблюдения показывают, что у многих растений обнаруживается определенная наследственность в проявлении признаков фасциации.

Фасциированное растение, как правило, образует большую вегетативную массу. При этом вес плодов и семян в среднем в 2-4 раза больше, чем у нормальных растений (Цаценко, 2017). В нашем случае на фасциированных растениях роз увеличивались не только диаметр побега, но и количество цветков. Однако параметры цветка, процент завязывания плодов, величина и масса плода оставались среднестатистическими. По данным многих авторов, проявлению фасциаций способствуют также и избыточные условия питания и влажности почвы (Zielinski, 1948; Данилова, 1961). Мы поддерживаем эту точку зрения, так как нами были обнаружены фасциации на растениях, которые росли на увлажненных, богатых гумусом почвах.

В источниках научной литературы часто указывают на то, что фасциации проявляются также и при нарушении режима влажности, освещения, температуры, при воздействии на растения ионизирующего излучения, химических мутагенов, стимуляторов роста, пестицидов, удобрений.

Прогрессивное увеличение степени фасциированности отмечено нами на отдельных органах наблюдаемых растений, например, на побегах, цветках, плодах видов и сортов роз. Изменения в цветках чаще всего носили количественный характер. Например, увеличивалось число отдельных элементов цветка: чашелистиков, лепестков, гнезд завязи. Цветок, мощно разрастаясь и умножая гомологичные элементы, вместе с тем сохранял более или менее свою радиальную симметрию и воспринимался как уродливый. Фасциированный цветок розы воспринимается как нестандартный, нетипичный для сорта, т.е. аномальный, уродливый. От таких цветков плоды не завязывались. Мы наблюдали три случая радиальной фасциации цветка у роз чайно-гибридных сортов “Alocha”, “Burgund”, “Dam de Couer”

Розы относятся к группе гелиофитов, поэтому хорошо развиваются на открытых солнечных участках. Как субтропические растения, садовые розы очень чутко реагируют на изменения экологических факторов среды. В результате многолетних наблюдений нами было выявлено, что фасциации и почковые мутации на розах происходят параллельно. Эти явления возникают путем воздействия на растения различных факторов среды. Чаще всего явления фасциации и почковые мутации проявляются в особо дождливые годы. Недостаток света, переувлажнение, низкие положительные температуры в фазу активного роста побегов вызывают нарушение нормальной деятельности апикальной меристемы. Так, например, в 1998 г. был найден фасциированный побег на розе сорта “Henry Morse”, и в этом же году была обнаружена

почковая мутация на почвопокровной розе сорта “Weisse Immensee”. На родительском растении махровость цветков составляла 5 лепестков, а махровость цветков на спорте – 98-115 лепестков. Спорт отличался более ранними сроками цветения (на 10 дней), а период цветения был короче на 10-12 дней. В 2012 г. этот спорт был зарегистрирован как сорт “Первая Поземка” (Bod.) (Березовская, 2017).

В 1999 г. был найден фасцированный побег на розе сорта “Eutin”, в этом же году была выявлена почковая мутация на шиповнике *Rosa rugosa* Thunb. Цветки на спорте нежно-розовые, средней махровости (35 лепестков), диаметр 5-7 см, на родительском растении – цветки малиновые, махровость цветка – 5 лепестков, диаметр от 7 до 15 см.

Мутации – изменения, естественно возникающие или вызываемые искусственно, происходящие в результате нормальных перестроек и нарушений в генетическом материале организма. Мутации возникают случайно или направленно. Мы выявили у роз несколько полезных мутаций, которые возникали случайно. Определить точное время мутаций и их возникновения невозможно из-за огромной многочисленности вариантов перестроек крайне сложного генетического аппарата, но предсказать вероятность их появления вполне доступно. Мутации – основа наследственной изменчивости в живой природе, они представляют материал для естественного отбора в процессе эволюции. Ряд сортов чайно-гибридных, полиантовых, пернецианских роз был получен в результате почковых мутаций (спортов), которые возникают при культивировании сортов садовых роз в различных экологических условиях (Номеров, 1968).

Вследствие выявления почковых мутаций в коллекции роз БСИ ДВО РАН были получены три декоративных сорта. Зарегистрированы следующие декоративные сорта роз: “Первая Поземка”, “Уссуричка”, “Амурские Волны” (Березовская, 2017).

Проведенные нами исследования подтвердили, что явления почковых мутаций и фасциаций – это сложные физиологические процессы, которые, вероятно, обусловлены нарушением дифференциации апикальной меристемы органов растений. Изучение причин и механизмов, вызывающих фасциации и почковые мутации на розах, открывает перспективу моделирования условий для получения новых сортов.

Своевременно выявить, сохранить, размножить соматические мутации – именно такие важные задачи ставит перед собой селекционер, стремясь к своей главной цели – получению нового декоративного сорта. В нашей практике мы наблюдали восемь почковых мутаций, но размножить декоративные почковые мутации, нам к сожалению, удавалось не всегда.

Важной особенностью сортов роз, полученных в муссонном климате, является высокая зимостойкость, устойчивость к высокой влажности, неблагоприятным погодным условиям и грибным болезням. Наши сорта роз успешно культивируются во всех регионах нашей страны (Нижегородский ботанический сад, Забайкальский ботанический сад, Ботанический сад Петра Великого БИН РАН, Хабаровский край, Омская область).

Выводы

Впервые в Ботаническом саду-институте ДВО РАН и Забайкальском ботаническом саду проведены исследования явлений фасциаций, пролификаций и почковых мутаций на сортах и видах роз. Выявлено три случая линейной фасциации побегов у садовых роз: “Crimson Rambler”, “Eutin” и “Henry Morse”. Фасцицированные побеги сортов “Eutin”, “Henry Morse” не выглядели уродливыми, поскольку они несли полноценные соцветия, период цветения которых протекал в обычные сроки, и на них

сформировались полноценные плоды. На плетистой розе “Crimson Rambler” побег выглядел аномально широким, уродливым.

Радиальная фасциация цветка отмечена у сортов роз чайно-гибридной группы: “Aloha”, “Burgund” и “Dame de Coeur”. Цветок выглядел нестандартным, аномальным, уродливым. У таких цветков плоды не завязывались.

Пролификация и фасциация возникают в результате нарушения в генетическом материале организма. Нами были выявлены растения, у которых фасциация и пролификация проявлялись одновременно.

Результаты наших исследований показали, что появление фасциаций и почковых мутаций на розах происходит вследствие неблагоприятных погодных условий, а именно: низких положительных температур в период активного роста побегов и аномально большого количества осадков в вегетационный период.

Литература / References

Березовская О.Л. Селекция роз на юге Приморского края // Сб. науч. трудов ГНБС. 2017. Т.145. С 138-141.

[*Berezovskaya O.L.* Rose breeding in the South of the Primorsky Kray. Russian Journal. Works of the State Nikita Botanical Gardens. 2017. Vol. 145. P.138-141.]

Бессчетнова М.В. Розы. Биологические основы селекции. Алма-Ата, 1975. 202 с. [*Besschetnova M.V.* 1975. Rosa. Biological bases of selection Alma-Ata, 1975. p.202.]

Былов В.Н. Основы сортоиспытания декоративных растений // Бюл. Главн. ботан. сада, 1967. Т. 64. С. 26–29.

[*Bylov V.N.* The bases of sort test of decorative plants. Russian Journal. Byulleten GBS. 1967. Vol. 64. P. 26-29.]

Данилова М.Ф. О природе фасциации у растений // Ботанический журнал. 1961. Т. 46(10). С. 1545-1559.

[*Danilova M.F.* About the nature of plant fasciation. Russian Journal. Botanicheskii Zhurnal, 1961. Vol. 46(10). P. 1545-1559.]

Зыков К.И., Клименко З.К. Роль спонтанных почковых мутаций в эволюции садовых роз // Сб. науч. трудов ГНБС. 2007. Т. 94. С. 24-31.

[*Zykov K.I., Klimenko Z.K.* The role of buds mutation in the evolutions garden roses. Russian Journal. Works of the State Nikita Botanical Garden. 2007. Vol. 94. P. 24-31.]

Комаров В. Л. Происхождение культурных растений. М-Л., 1931. 240 с. [*Komarov V.L.* Origin of the cultural plants. M-L, 1931. p. 240.]

Номеров Б.А. Селекция роз. М., 1968. 120 с. [*Nomerov B.A.* Rose's selection. M., 1968. p. 120.]

Синюшин А.А. Фасциация цветка. I. Происхождение увеличенной меристемы // Вестник Московского Университета. 2010. № 3. С. 11-16.

[*Sinyushin A.A.* Flower fasciation. I. Origin of enlarged meristem. Russian Journal. Vestnik Moskovskogo Universiteta. 2010. № 3. P. 11-16.]

Филов А.И. Значение фасцирования в формообразованиях // Бюл. Главн. ботан. сада, 1961. № 41. С. 54-57.

[*Filov A.I.* The fasciation importance in formation new form of the plants. Russian Journal. Byulleten GBS. 1961. № 41. P. 54-57.]

Цаценко Л.В. Фасциация в природе и изобразительном искусстве. Краснодар, 2017. 100 с.

[*Tsatsenko L.V.* Fastiation in nature and in the fine art. Krasnodar, 2017. p.100.]

Чуб В.В., Синюшин А.А. Фасциация цветка и побега; от фенологии до построения моделей преобразования апикальной меристемы. // Физиология растений, 2012. Т. 59(4). С. 574-590.

[Chub V.V., Sinyushin A.A. Flower and shoot fasciation: from phenomenology to the construction of models of apical meristem transformations. Russian Journal of Plant Physiology. 2012. Vol. 59(4). P. 574–590.]

Шаэров Л.А. О природе фасциаций. Ботанический журнал, 1959. Т.44(4). С. 500-505.

[Shavrov L.A. About the nature of fasciation. Russian Journal. Botanicheskii Zhurnal, 1959. Vol. 44(4). P. 500-505.]

Atwell C.B. Abnormal roses. Botanical Gasette. 1889. P. 227.

Penzig O. «Pflanzen-Teratologie systematisch geordnet». 1890-1894.

Schoute I.C. Fasciation and dichotomie. Rec. Trav. Bot. Neerl. 1936. Vol.3. P.649-669.

Zielinski Q.B. Fasciation in Lycopercion J. Genetic analysis of dominance modification. Genetics. 1948. Vol. 33. P.405-428.

Статья поступила в редакцию 09.04.2020

Berezovskaya O.L., Kozenkova A.S. Bud mutation and rose abnormalities // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 2(155). P. 16-23.

Proliferation is the formation of any plant organ from other organ, growth and development of which is finished. Proliferation is caused with activation of meristems and concluded in the fact that the shoot, flower or new inflorescence can be developed from the flower.

Fasciation phenomena shows very famous and wide spread deformation among the vessel plants in which one can see in abrupt change of normal form of structure of main parts of the vessel plants in which one can see in abrupt change of normal forms of structure of main parts of the plant. In the 19th century new direction appeared in botany – teratology studying deformation, fasciation and reasons of their appearance. The formulations of Linnaeus and Penzig are considered the most exact in discussing the problem about fasciation. Komarov showed that fasciations have an important practical meaning and may be used in creative new species and sorts of cultural plants. In collection of Botanical garden of FEB RAS and Transbaykalian Botanical Garden supervision for the phenomenon of fasciations, proliferation and buds mutations on sorts of garden roses took place. The events of straight fasciation of shoots were found on the next sorts of roses: “Crimson Rambler”, “Henry Morse”, and “Eutin”. Only on the sort “Crimson Rambler” the fasciating shoot was abnormally wide and deformed. Radial fasciation of the flower is resisted on sorts “Aloha”, “Burgund”, and “Dame de Coeur”. Fasciational flowers of that plans were abnormally, deformed and not fruiting. As a result of spontaneous mutation three new sorts of the garden roses were obtained steady to monsoon climate and fungous illness “Pervaya Pozemka”, “Ussurochka”, and “Amurskie Volni”. Many years supervision showed that phenomena of fasciation and bud mutation on the roses took plants in different factors of habitat. Those phenomena’s are showed in particular rainy years.

Key words: garden roses; fasciations; proliferation; new cultivar; breeding; spontaneous mutation.