

ВЕСЦІ НАЦЫЯНАЛЬнай АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

СЕРЫЯ БІЯЛАГІЧНЫХ НАВУК 2012 № 1

ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК 2012 № 1

ЗАСНАВАЛЬНІК – НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

Часопіс выдаецца са студзеня 1956 г.

Выходзіць чатыры разы ў год

ЗМЕСТ

Колбас Н. Ю., Силва М.-А., Тэссэдр П.-Л., Решетников В. Н. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов представителей рода <i>Rubus</i>	5
Корнеева Г. И. Анатомия цветоноса гибридных форм рода фаленопсис (<i>Phalaenopsis</i> Blume)	11
Белюсова Н. Л., Богущ Н. А. Биологические особенности прорастания семян видов сем. <i>Primulaceae</i> Vent., интродуцированных в Беларуси.	16
Бородич Г. С. Виды и сорта ирисов (<i>Iris</i>) в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси.	22
Шуканов В. П. Изменение содержания эндогенных регуляторов роста в растениях ячменя (<i>Hordeum vulgare</i>) под воздействием стероидных гликозидов.	26
Янчевская Т. Г., Ковалева О. А., Гриц А. Н., Лемеза О. В. Динамика роста трансформированных растений клевера лугового (<i>Trifolium pratense</i>) в различных условиях минерального питания.	31
Калиниченко С. А., Ненашева Р. А. Особенности загрязнения ¹³⁷ Cs, ⁹⁰ Sr высшей водной растительности водоемов различных типов зоны отчуждения Чернобыльской АЭС.	36
Шапчиц М. П., Корик Е. О., Семак И. В., Юрин В. М. Идентификация фенольных соединений в суспензионной культуре и в иммобилизованных клетках сирени (<i>Syringa vulgaris</i>)	45
Третьякова О. М. Анализ экспрессии PR-генов у сортов картофеля с разной устойчивостью к бактериальной мокрой гнили	49

PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

BIOLOGICAL SERIES 2012 N 1

FOUNDER IS THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

The Journal has been published since January 1956

Issued four times a year

CONTENTS

Kolbas N. Y., Silva M.-A., Teissedre P.-L., Reshetnikov V. N. Anthocyanins and antioxidant activity of fruits certain representatives of genus <i>Rubus</i>	5
Karneyeva H. I. Peduncle anatomy of hybrid forms of genus <i>Phalaenopsis</i> Blue	11
Belousova N. L., Bogush N. A. Biological features the germination of seeds of <i>Primulaceae</i> Vent. kinds species introduced in Belarus	16
Borodich G. S. Kinds and cultivars of <i>Iris</i> in Central botanical garden NAS of Belarus	22
Shukanov V. P. Changes of endogenous growth regulators under in plants of barley (<i>Horeum vulgare</i>) the influence of steroid glycosides	26
Yanchevskaya T. G., Kovaleva O. A., Grits A. N., Lemeza O. V. Dynamics of growth of the transformed plants of clover meadow (<i>Trifolium pratense</i>) in various conditions of mineral food	31
Kalinichenko S. A., Nenashev R. A. Features of contamination ^{137}Cs , ^{90}Sr the higher water plants of reservoirs of different various the exclusion zone of Chernobyl NPP	36
Shapchits M. P., Korik H. O., Semak I. V., Yurin V. M. Identification of phenolic substances in suspension culture and immobilized cells of lilac (<i>Syringa vulgaris</i>)	45
Tretyakov O. M. Analysis of PR-genes expression in potato cultivars with different resistance to bacterial soft rot	49
Sauchanka U. K. Ethical issues of the reproductive biotechnologies use	53
Sodel D. L., Kolesneva E. V., Bakakina Y. S., Dubovskaya L. Y., Volotovskii I. D. Identification of soluble proteins with cGMP-binding activity arabidopsis cells	63
Shalygo N. V., Domanskaya I. N., Radyuk M. S., Shcherbakov R. A. Oxidative processes and content of low molecular weight antioxidants in green winter wheat seedlings (<i>Triticum aestivum</i>) under waterlogging	68
Dremuk I. A., Shalygo N. V. Low-molecular antioxidants content in barley seedlings (<i>Hordeum vulgare</i>) under combined action of low temperature and flooding	74
Pshybytko N. L., Zenevich L. A., Zhavoronkova N. B., Lysenko E. A., Kabashnikova L. F. Drought if costressor under fusarium wilt of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>)	80

УДК 581.8+582.592

Г. И. КОРНЕЕВА

**АНАТОМИЯ ЦВЕТОНОСА ГИБРИДНЫХ ФОРМ РОДА ФАЛЕНОПСИС
(PHALAEOPSIS BLUME)**

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, e-mail: loreley68@mail.ru

(Поступила в редакцию 30.05.2011)

Введение. Представители рода *Phalaenopsis Blume* (сем. *Orchidaceae Juss.*) являются эпифитными моноподиальными растениями с коротким стеблем и двухрядно расположенными сближенными листьями. Цветонос фаленопсиса – генеративный побег, который формируется в пазухе листа. Пазушные почки закладываются позже кроющих их листьев. В период образования и развития цветоноса листья у фаленопсиса в условиях оранжереи умеренного климата не формируются, и в отличие от других растений этот период занимает достаточно длительное время. С момента появления цветочной стрелки до раскрытия первого цветка проходит от 50 до 70 сут. В процессе удлинения цветоноса на нем образуются узлы и междоузлия, что указывает на переход растения к репродуктивной стадии. Молодая часть цветочного побега в начале своего формирования узлов и междоузлий не имеет. Ветвление генеративного побега происходит в местах расположения узлов как во время цветения, так и после удаления верхней части цветоноса с отцветшими цветками. У фаленопсиса на цветоносе обычно листья не образуются. Но иногда в узле цветоноса формируется редуцированный лист, который значительно меньше по размерам по сравнению с настоящими стеблевыми листьями.

При нормальном протекании физиологических процессов образование цветоносов у фаленопсиса согласуется с концепцией меристемы ожидания, когда генеративный побег образуется из дистальной части апикальной меристемы, которая неактивна в вегетативной стадии и становится активной во время развития цветка [8–10]. В редких случаях репродуктивный апекс возникает в результате преобразования вегетативного апекса, который является преобладающим, и в точке формирования листа образуется цветонос. В данном случае после созревания генеративного побега физиологический цикл развития у фаленопсиса заканчивается, так как на месте образования цветоноса листья не образуются (рис. 1). Имеют место случаи, когда вместо генеративного побега из пазухи листа формируется другой лист. При этом в междоузлии в месте расположения интеркалярной меристемы формируется новое растение (вегетативный клон), на котором в дальнейшем вырастают листья и корни (рис. 2). Другим примером образования нового апекса на моноподиальном растении может быть появление на цветоносе дочернего растения (детки) с листьями и корнями (рис. 3). При достижении определенного размера его можно отделить от материнского растения.

Цель наших исследований – изучение особенностей формирования анатомической структуры вегетативных и генеративных органов фаленопсиса с целью разработки оптимальных технологических приемов его культивирования в оранжереях умеренного климата. В данной статье приводится анализ анатомического строения цветоносов фаленопсиса в условиях оранжереи Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили образцы гибридных форм рода *Phalaenopsis*, полученные из Германии. Растения адаптированы и культивируются в оранжерее ЦБС НАН Беларуси. Для изучения использованы модельные особи 19 гибридных



Рис. 1. Нижняя часть срезанного цветоноса в точке образования листьев (вместо листа сформировался цветонос)



Рис. 2. Развитие нового растения со своей точкой роста в пазухе листа (вместо цветоноса сформировался лист)



Рис. 3. Формирование молодого растения с листьями и корнями на цветоносе.

форм. Исследования проводили согласно методическим рекомендациям [4, 7].

Общая характеристика. Анатомическую структуру генеративного побега фаленопсиса можно сравнить со структурой соломины злаков. Усиление роста междоузлий генеративного побега во время его формирования характерно для злаков и розеточных суккулентных растений представителей семейств Роасеae и Agavaceae. Несмотря на наличие в узлах потенциально меристематических зон, у Роасеae и Agavaceae ветвления соломины не происходит. Рост побегов злаков и других однодольных, возникающих из апикальной меристемы, заканчивается формированием генеративного органа, и после созревания семян вегетационный период развития у таких растений заканчивается. У фаленопсиса после завершения цветения и созревания плодов растение продолжает вегетировать до тех пор, пока не нарушена деятельность апикальной меристемы, формирующей листья и корни. В случае формирования цветоноса не в пазухах листа, а в точке образования молодых листьев, фаленопсис завершает свой цикл вегетативного развития после завершения созревания генеративного побега аналогично как у Роасеae или Agavaceae. При таком формировании цветоноса образование листьев прекращается. Засыхают и опадают сначала нижние, а затем верхние листья. В результате прекращения процесса обновления листьев из-за недостатка образующихся в них органических веществ нарушается питание растения и оно погибает. Но даже такие растения могут выжить при условии, если на старом стебле сформируется новая точка роста с образованием апикальной меристемы, которая сможет продуцировать вегетативные органы.

Главной функцией цветоноса является формирование цветков как органов семенного размножения. При этом он выполняет и функции, характерные для вегетативных органов. Цветонос участвует в автотрофном питании растения, продуцируя продукты фотосинтеза и удерживая воду, длительно сохраняя (до 4 мес)

цветки в свежем виде. Даже изолированный генеративный побег долго сохраняет жизнеспособность и засыхает только через 2–3 мес благодаря особенностям своей анатомической структуры.

Эпидермис. Эпидермис цветоноса представлен преимущественно одним или двумя слоями плотно сомкнутых, не содержащих хлоропластов клеток овальной или округлой формы, в некоторых случаях вытянутых по направлению к центральному цилиндру. Его наружный слой покрыт толстым слоем кутикулы, которая повторяет поверхность эпидермальных клеток. В не-

которых местах кутикула окружает клетки эпидермиса со всех сторон. Толщина ее наружного слоя иногда достигает радиуса этих клеток, у старых цветоносов она больше, чем у молодых. Одним из факторов, влияющих на высокую водоудерживающую способность цветоноса, может быть высокое содержание восков в кутикуле, которая состоит из полимеризованных жирных кислот, сложных эфиров и мыл, образующихся в результате окислительного процесса и высыхания на открытых поверхностях клеточных стенок. Кутикулярные воска, в состав которых входят сложные эфиры жирных кислот и одноатомные спирты жирного ряда, при обычной температуре находятся в твердом состоянии, поэтому проницаемость кутикулы для воды определяется главным образом содержанием в ней восков [1, 5]. Высокое их содержание характерно для растений аридных зон, способных длительное время удерживать в себе воду и имеющих признаки кранц-анатомии. В ряде случаев это находит практическое применение, например воск, получаемый из *Euphorbia antisyphilitica*, родиной которого являются пустыни Мексики, используют для выделки свечей [1–3].

На соцветиях фаленопсиса в точках их ветвления иногда выделяются капельки нектара. Сахар, содержащийся в экстрафлоральных нектарниках, продуцируется флоэмой. Путь передачи нектара у фаленопсиса представлен группой соприкасающихся между собой клеток, соединяющих клетки эпидермиса и флоэмы. Расстояние между слоем эпидермиса и проводящей тканью в местах их расположения короче, чем на участках без нектарников.

Кора. В структуре цветоноса фаленопсиса обнаруживается слой коры с выраженными межклетниками. Большая часть этого слоя представлена живыми клетками, которые содержат хлоропласты и располагаются от эпидермиса до центрального цилиндра, образуя 8 – 10 слоев. Среди них можно выделить клетки, примыкающие к эпидермису и к центральному цилиндру, которые меньше по размеру и содержат большее количество хлоропластов, чем клетки центральной части коры. При этом у растений, имеющих цветки лиловых оттенков, в наружном слое клеток коры, кроме хлоропластов, обнаруживаются антоцианины. Клетки наружного слоя, примыкающие к эпидермису, по форме и размеру похожи на клетки эпидермиса, но в отличие от них содержат хлоропласты. Ближе к центру коры расположены водоносные клетки, имеющие крупные размеры. Они практически не содержат хлоропластов. Большую часть их объема занимает вакуоль, а остальные органеллы отеснены на периферию к клеточной стенке. Эти клетки имеют овальную или многогранную форму. Чем больше воды содержится в их вакуолях, тем более округлую форму они принимают и имеют большие размеры. Два или три слоя клеток коры, примыкающие к центральному цилиндру, имеют овальную форму. Они богаты хлоропластами, как и клетки наружного ряда, примыкающие к эпидермису.

Среди клеток коры встречаются идиобласты, лишенные протопласта и содержащие слизи и кристаллы. В процессе накопления содержимого клеточная стенка у них сначала растягивается, а затем разрушается и кристаллы выпадают. При нарушении целостности стенок идиобластов в коре среди живых клеток обнаруживаются лизогенные полости и рассыпанные рафиды.

Эндодерма цветоноса на срезах не имеет четких границ. Клетки, расположенные на границе между корой и центральным цилиндром, не имеют утолщенных клеточных стенок, как у корня, и не отличаются от клеток коры, примыкающих к центральному цилиндру. У однодольных растений границы между корой и проводящей системой часто не определены [8].

Проводящая система. Строение проводящей системы цветоноса фаленопсиса характеризуется разобщенностью проводящих пучков по сравнению с расположением их в корне, где сосуды ксилемы на поперечном разрезе образуют геометрическую фигуру, похожую на звезду. Проводящие пучки у цветоноса фаленопсиса расположены в 2–3 круга. В периферической части цветоноса проводящие пучки расположены ближе друг к другу и меньше по диаметру, чем в центре. Они разделены сердцевинной, которая образована рыхло расположенными клетками паренхимы. Количество проводящих пучков увеличивается по мере созревания и старения цветоноса. Расположение проводящих пучков в цветоносе фаленопсиса характеризуется промежуточным, переходным типом, обладая признаками как рассеянно-сосудистого, так и пучкового. Рассеянно-сосудистый тип отличается расположением проводящих пучков по всему объему стебля. В межпучковых зонах расположены клетки паренхимы. Такой тип характерен для одно-

дольных растений. Пучковый тип характеризуется расположением элементов проводящей системы на периферии стебля, где центральную часть занимает паренхима. Пучки ксилемы и флоэмы образуют почти сплошное кольцо. При этом ксилема расположена ближе к центру, а флоэма – к периферии. Такой тип характерен для двудольных растений [6, 8].

Перицикл разграничивает слой коры и паренхимных клеток сердцевин. Вокруг проводящей системы он образует цилиндр и на поперечном разрезе цветоноса выглядит в виде сплошного кольца. У молодых цветоносов стенки клеток перицикла образуют колленхиму углового типа. В ходе формирования цветоноса, начиная с его основания, клетки перицикла склерифицируются, образуя механические волокна. Каждая группа из элементов ксилемы и флоэмы окружена склеренхимными обкладками, образуя вместе сосудисто-волокнистые пучки. Периферические пучки цветоноса примыкают к плотному склерифицированному цилиндру волокон перицикла и потому имеют большую механическую защиту по сравнению с проводящими пучками, расположенными в центре, где количество склерифицированных элементов меньше. Склеренхимная ткань цветоноса фаленопсиса выполняет механическую функцию, обеспечивая его прочность и устойчивость. Благодаря механической функции волокон, сформировавшееся соцветие способно удерживать большое количество цветов. Механические волокна цветоноса защищают проводящую систему от повреждений в естественных условиях и при культивировании. Даже после частичного повреждения (надлома) склерифицированного цветоноса цветение продолжается.

Паренхима. Центральную часть цветоноса занимает ткань паренхимы, располагающаяся между проводящими пучками и примыкающая снаружи к перициклу. Клетки паренхимы имеют правильную округлую форму, расположены рыхло с большими межклетниками. Самые крупные ее клетки находятся в центре цветоноса. В них содержатся единичные хлоропласты. Почти весь объем клеток заполнен вакуолюю, а остальные органеллы оттеснены к клеточной стенке. Эти клетки выполняют водоносную функцию. Изолированный цветонос при температуре воздуха + 20 °С и относительной влажности 50 % удерживает воду в течение 2–3 мес. Большой объем межклетников обеспечивает в ткани центрального цилиндра воздухообмен. Паренхимные клетки, расположенные в центре цветоноса, при высушивании разрушаются, а проводящие пучки с волокнистыми тяжами, расположенные возле склерифицированного цилиндра перицикла, сохраняются, в результате чего поперечный срез напоминает соломину.

Среди клеток паренхимы, так же как и среди клеток коры, встречаются идиобласты. При изучении срезов цветоносов были выявлены два вида кристаллов, которые представляют собой рафиды, имеющие форму игл и кристаллический песок ромбовидной формы. Они повышают осмотическое давление и способствуют удержанию воды в тканях цветоноса.

Заключение. Цветонос фаленопсиса совмещает выполнение функций как генеративного органа, так и вегетативного. В нем осуществляются процессы фотосинтеза, он обладает высокой регенерирующей и водоудерживающей способностью за счет плотного слоя кутикулы, идиобластов и водоносных клеток коры. Наличие большого объема межклетников в коре способствует интенсивному газообмену. Проводящие пучки в цветоносе фаленопсиса отличаются промежуточным переходным типом (рассеянно-сосудистым и пучковым), что характерно как для однодольных, так и для двудольных растений. Формирование цветоносов и листьев у фаленопсиса разграничено в пространстве. При образовании цветоноса вместо листа на верхушке вегетативного побега из апикальной меристемы цикл развития растения завершается, а при формировании листа вместо цветоноса в латеральной части апекса в зоне локализации интеркалярной меристемы развивается новое самостоятельное растение со своей апикальной меристемой. В условиях оранжереи формирование цветоносов и листьев у фаленопсиса разграничено во времени: листья образуются между периодами цветения.

Литература

1. Белькевич П. И., Голованов Н. Г. Воск и его технические аналоги. Мн., 1980.
2. Гамалей Ю. В. // Ботан. журн. 1984. Т. 69, № 5. С. 569–584.
3. Гамалей Ю. В. // Ботан. журн. 1985. Т. 70, № 10. С. 1302–1313.
4. Еремин В. М., Шкуратова Н. В. Выпускные квалификационные работы по структурной и экологической анатомии растений: Методические рекомендации к выполнению ВКР. Южно-Сахалинск: РАН, Дальневосточное отделение, 2008.

5. *Леопольд А.* Рост и развитие растений: Пер. с англ. М., 1968.
6. *Тутаюк В. Х.* Анатомия и морфология растений. 2-е изд. М., 1980.
7. *Фурст Г. Г.* Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. М., 1979.
8. *Эсау К.* Анатомия семенных растений: Пер. с англ. М., 1980.
9. *Gifford E. M., Wetmore R. H.* // Natl. Acad. Sci. Proc., 1957. N 43. P. 571–576.
10. *Sussex I. M.* // Phytomorphology. 1955. N 5. P. 253–273.

H. I. KARNEYEVA

PEDUNCLE ANATOMY OF HYBRID FORMS OF GENUS PHALAEOPSIS BLUME

Summary

The anatomical structure of *Phalaenopsis* peduncle corresponds with life form of epiphytes. A thick layer of cuticle on the epidermal cells, the presence of idioblast and aquifer cells with large intercellular spaces provide water retention in the tissues of peduncle. Mechanical fibers surrounding the conducting system protect the flower spike from damage. Chloroplasts in the cells of peduncle are involved in the process of photosynthesis. The formation of stems and leaves of *Phalaenopsis* is demarcated in space and time in conditions of temperate zone of green houses.