

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.823 + 581.1.001

АНАТОМИЯ СТЕБЛЯ И ГЛАВНОЙ ЛИСТОВОЙ ПОДУШКИ *MIMOSA PUDICA* L.

С.А. Степанов

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов

Классическими объектами по изучению электрической активности клеток и тканей (Мамулашвили и др., 1972; Опритов и др., 1991) является группа растений, обладающих визуально видимой реакцией некоторых структур побега в ответ на раздражение в виде их движения. Среди них особое место занимает *Mimosa pudica* L., изучение которой позволило прийти к заключению о наличии у неё клеток, в которых осуществляется генерация и распространение потенциалов действия, других форм электрической активности (Roblin, 1979; Пятагин, 2003).

Однако существующий недостаток данных об анатомических и цитологических особенностях *Mimosa pudica* L. не позволяет до сих пор однозначно выделить клетки, которым свойственна подобная функция.

Материал и методика

Объектом исследования являлись побеги *Mimosa pudica* L. – мимозы стыдливой, семена и взрослые растения которой были получены из Сухумского ботанического сада (Абхазия) и Ботанического сада СГУ. Побеги растений фиксировались в фиксаторе Навашина (Прозина, 1960) в течение суток, после чего одни - двое суток промывались в проточной воде, затем помещались для размягчения клеток ксилемы и склеренхимы в раствор глицерин – 96% спирт (1:1). Время выдерживания объектов в растворе глицерин-спирт составляло от недели до нескольких месяцев. Затем образцы подвергались обезвоживанию и последующему анатомированию по общепринятой методике. Срезы, толщина которых составляла от 7 до 15 мкм, окрашивались гематоксилином Гейденгайна и альциановым синим. Гематоксилин, введенный в анатомическую практику в XIX столетии немецким исследователем Рудольфом Гейденгайном, является прекрасным красителем для хромосом и белков, представляет собой бесцветную форму красителя гематеина. Кислый гематеин используется для выявления фосфолипидов (Дженсен, 1965).

Анализ степени развития тканей стебля и главной жотовой подушки производили путем их микроскопирования и измерения параметров клеток с помощью окуляр - микрометра и микроскопа МБИ -15.

Результаты и обсуждение

Диаметр стебля мимозы стыдливой на уровне 1-4 междоузлия составляет от 2400 до 2800 мкм, при этом доля сердцевинны стебля достигает более 50 % - 1400 - 1500 мкм.

На поперечном срезе стебля клетки коровой паренхимы, содержащие, вероятно, таниновые вакуоли, представлены 4-5 рядами по направлению от поверхности к центру стебля. Размеры клеток составляют 4x20 мкм (длинная ось клетки направлена вдоль периметра стебля), но наблюдаются и более крупные клетки - 9x27 мкм. Эпидермальные клетки стебля содержат также замыкающие клетки устьиц (рис.1).

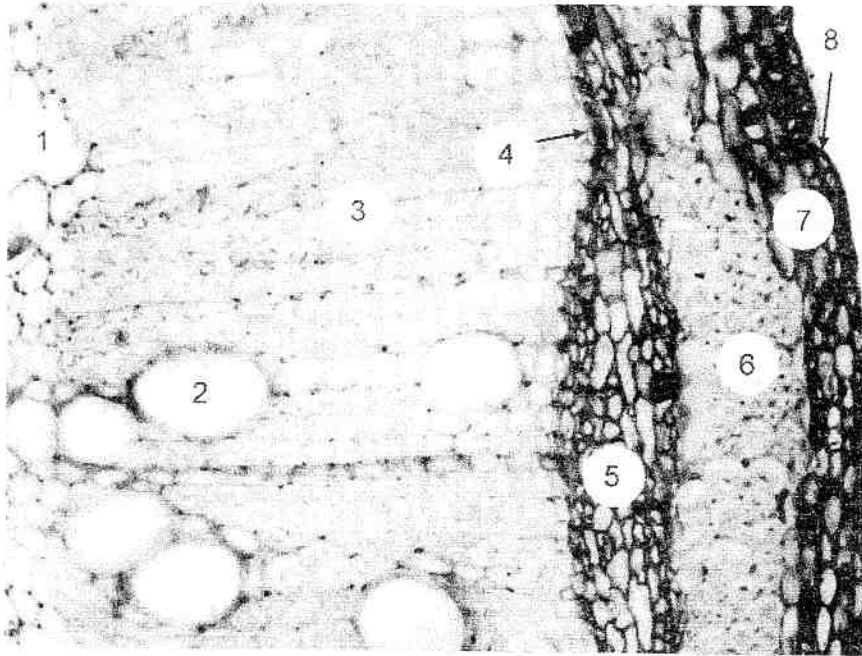


Рис.1. Поперечный срез стебля *Mimosa pudica* L.: 1 - перимедулярная зона сердцевинны; 2 - сосуд ксилемы; 3 - ксилема; 4 - камбий; 5 - флоэма; 6 - волокна склеренхимы; 7 - коровая паренхима; 8 - эпидермис

В коровой части стебля, выраженность которой различна, от 600 до 1200-1300 мкм, в разных участках стебля, отмечаются также волокна склеренхимы и флоэма. Волокна склеренхимы образуют сплошное кольцо по периметру стебля, более широкое в местах активной работы камбия в сторону флоэмной части коры. Отмечено, что такие развитые участки флоэмы тяготеют к зонам ксилемы, содержащим достаточно крупные сосуды. Размеры сосудов - одиночных или расположенных совместно с другими - составляет от 14x14 мкм до 36x 64 мкм. На поперечном срезе стебля таких участков стебля с хорошо

выраженной флоэмой отмечается от 13 до 15 штук. Трахеиды ксилемы образуют радиальные ряды клеток по направлению от камбия к сердцевине. Размеры трахеид на поперечном срезе стебля составляют примерно 9x9 мкм, но иногда встречаются и более крупные и более мелкие трахеиды (рис.1).

Ширина зоны ксилемы также варьирует по периметру стебля - от 230 до 350 мкм. Более широкая ксилема в зоне образования сосудов и соответственно зоны флоэмы. Большинство клеток флоэмы имеют размеры 9x9 мкм, но часть клеток, вытянутых вдоль периметра стебля, более крупные, представленные ситовидными трубками флоэмы. Во флоэме, так же как и в клетках коровой паренхимы, наблюдаются отдельные клетки, содержащие какой-то секрет, окрашивающийся в интенсивно желтый или коричневый цвет.

В зоне склеренхимы, составляющей примерно 50 % от ширины коры стебля, отмечены волокна с разной степенью развития клеточной стенки и внутреннего содержимого. Более развитые клеточные стенки (до 30-40 % от диаметра волокна) отмечены у волокон, расположенных на удалении от камбиальной зоны. У большинства волокон не выражена слоистость клеточных оболочек, а к волокнам не прилегают, как у других объектов (Степанов,1993,2001), клетки, содержащие кристаллы. В отличие от волокон других объектов (Худякова, Степанов, 1998; Степанов,2001) волокна стебля мимозы хуже прокрашиваются гематоксилином Генденгайна.

На продольных срезах стебля мимозы, в его эпидермальной части, отмечены многоклеточные головчатые структуры, а также многоклеточные шипообразные образования.

Изучение главной листовой подушки мимозы позволило установить, что клетки коровой паренхимы, ответственные, как полагают (Любимова - Энгельгардт,1977; Штейн-Марголина,1982), за настические движения листьев, отличаются в разных частях листовой подушки. Как правило это клетки округлой формы, с межклетниками, по разному окрашивающиеся красителями. В нижней части главной листовой подушки они содержат больше танниновых вакуолей, интенсивно окрашивающихся в коричневый цвет. При сокращении подобных клеток в них явно просматриваются фибриллоподобные структуры, получившие разное объяснение у ряда исследователей (Любимова - Энгельгардт, 1977; Штейн-Марголина,1982)

Центральная часть главной листовой подушки на поперечном срезе имеет эллипсоидную форму протяженностью 1700 x 2000-2100 мкм. Зона коровой паренхимы выражена примерно одинаково по периметру подушки и составляет 580-620 мкм. Зону коровой паренхимы отделяет от клеток в центре подушки слой клеток, содержащих крахмал (рис.2), определяемых в литературе как клетки эндодермы (Штейн-Марголина,1982).

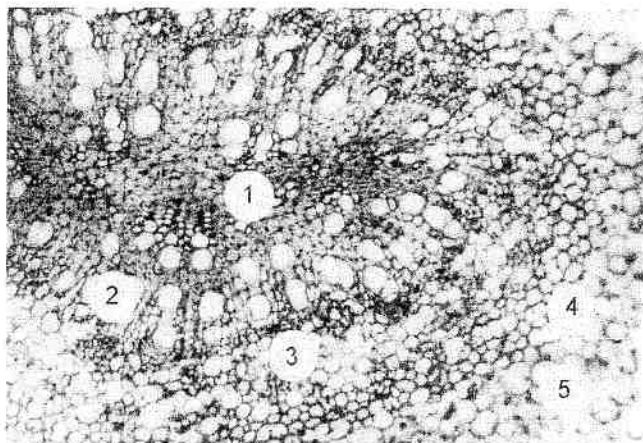


Рис.2 Поперечный срез центральной части листовой подушки: 1 - волокна склеренхимы; 2 - ксилема; 3 - флоэма; 4 - крахмалоносная паренхима; 5 - паренхима коры

В эпидермальной части листовой подушки располагаются клетки разного вида - сосочкообразные, шипообразные, одноклеточные или многоклеточные.

В отличие от описания других авторов (Roblin, 1979) нами наблюдалось, что центральную часть главной листовой подушки составляют не несколько, а один большой, сложный, проводящий пучок, в центре которого располагаются "шлангообразные" клетки Габерляндта (Roblin, 1979), а по периферии последовательно находятся клетки ксилемы и флоэмы. Отмечено также, что клетки Габерляндта прилегают и к клеткам ксилемы, располагаясь преимущественно между сосудами, размеры которых в главной листовой подушке составляют от 16 x 22 мкм до 26 x 36 мкм (рис.2).

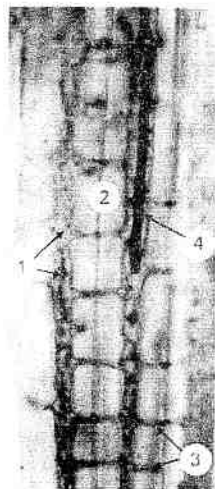


Рис.3. Продольный срез волокон склеренхимы главной листовой подушки: 1 - светлые и темные участки цитоплазмы волокна; 2 - клеточная стенка; 3 - поры; 4 - ядро клетки.

По своей анатомической организации "шлангообразные" клетки Габерляндта сходны с волокнами склеренхимы (Степанов, 1993, 2001), имеют вытянутое ядро, светло- и темноокрашенные участки цитоплазмы, систему пор и плазмодесмы, связывающих их друг с другом. Как правило, поры располагаются достаточно часто вдоль оси волокна -- на расстоянии от 5 до 18 мкм. Отмечено, что толщина стенки волокон и выраженность содержимого клеток неравнозначна в разных участках проводящего пучка. В отличие от волокон

в стебле мимозы клетки Габерляндта хорошо прокрашиваются гематоксилином Гейденгайна (рис.3).

Таким образом, анатомический анализ развития стебля и главной листовой подушки позволил установить своеобразие их организации. При анализе явления раздражимости, как у мимозы, так и у других видов растений следует, видимо, обратить внимание на организацию и функциональную роль клеток склеренхимы. В частности, наличие связей между клетками Габерляндта, которые, по нашим наблюдениям, являются типичными волокнами склеренхимы, позволяет признать за склеренхимой не только механическую функцию, но и функцию, связанную с явлением раздражимости у растений.

Литература

Мамулашвили Г.Г., Красавина М.О., Лялин О.О. Сравнительное изучение электрической активности корня и стебля растений // Физиология растений. 1972. Т.19. Вып.3. С.551-557.

Опритов В.А., Пятыйгин С.С., Ретивин В.Г. Биоэлектrogenез у высших растений. М.: Наука, 1991. 214 с.

Roblin G. *Mimosa pudica*: a model for the study of the excitability in plants // Bull. Revs. Cambridge Phil. Soc. 1979. Vol. 54. N2. P.135-153.

Пятыйгин С. С. Электрогенез клеток в условиях стресса // Успехи современной биологии. 2003. Т.123. №6. С.552-562.

Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. 254 с.

Дженсен У. Ботаническая гистохимия. М.: Мир, 1965. 377с.

Степанов С.А. Склеренхима. Саратовский госуниверситет. Саратов, 1992. 67 с. Деп. в ВИНТИ 06.05.92., № 1520-В92.

Худякова В.В., Степанов С.А. Полиморфизм склеренхимы зерновки и побега *Triticum aestivum* L. // Саратовский госуниверситет. Саратов, 1998. С.1-8. Деп. в ВИНТИ 23.09.98., № 2853-В98.

Степанов С.А. Развитие склеренхимы *Populus nerrubens* // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сб. науч. ст. Вып.4. Саратов: ЗАО "Сигма-плюс", 2001. С. 26-29.

Любимова - Энгельгардт М.Н., Файн Ф.С., Митина Н.А., Попрыкина Я.М., Бурлашева С.А. О локализации Ca^{2+} , H^{+} -АТФазы в морфологических структурах *Mimosa pudica* L. // Физиология растений. 1977. Т.24. Вып.6. С.1114 - 1122.

Штейн-Марголина В.А. Некоторые аспекты механизма движения растений // Успехи современной биологии. 1982. Т.94. Вып.1(4). С.111 - 123.