

УДК 581.1  
ББК 28.5

## АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ ОРГАНОВ КОХИИ СТЕЛЮЩЕЙСЯ

В. И. Дорджиева, Е. Ч. Аюшева, Р. Р. Джапова

Деградация земель аридных экосистем выдвигает задачу разработки методов их экологической реставрации. Одним из методов экологической реставрации деградированных земель является фитомелиорация. Наиболее перспективным видом для фитомелиорации деградированных пастбищ в пустынной зоне Калмыкии является песчаный экотип *Kochia prostrata* [Аюшева, Джапова 2012: 1187].

Для изучения анатомического строения надземных вегетативных органов кохии стелющейся использован материал, собранный в мае 2013 г. в однолетниково-прутняковом сообществе на бурых полупустынных супесчаных почвах. Для исследования взят годичный побег с развитыми листьями. Подготовка анатомических срезов, подсчет устьиц на единицу площади, промеры (измерения клеток и тканей) были проведены по общепринятой методике [Барыкина 1976].

Годичный побег имеет непучковое строение, которое образуется за счет контакта отдельных проводящих пучков, входящих в стебель от листьев. Межпучковый камбий,

формируясь из отдельных паренхимных клеток на границе коровой паренхимы и сердцевины, прежде всего формирует камбиальное кольцо. Камбий откладывает довольно мощный слой вторичной флоэмы к периферии и паренхимные клетки более или менее широких радиальных лучей.

На схематическом рисунке стебля (рис. 1 А) представлен общий план строения однолетнего стебля кохии стелющейся. Снаружи стебель покрыт однослойной эпидермой с простыми волосками. Глубже расположена пластинчато-уголковая колленхима из одного, а в некоторых местах — из двух слоев клеток, коровая паренхима из 5–6, а над участками лубяной склеренхимы из 3–4 слоев бесцветных клеток. В отдельных клетках довольно много хлоропластов. В центральном цилиндре хорошо заметна прерывистая лубяная склеренхима (из 5–6 угольных по форме клеток с толстой оболочкой), приуроченная к местам расположения наиболее развитых коллатеральных проводящих пучков. Под лубяной склеренхимой расположено неравномерно утолщенное кольцо «мягкого» луба.

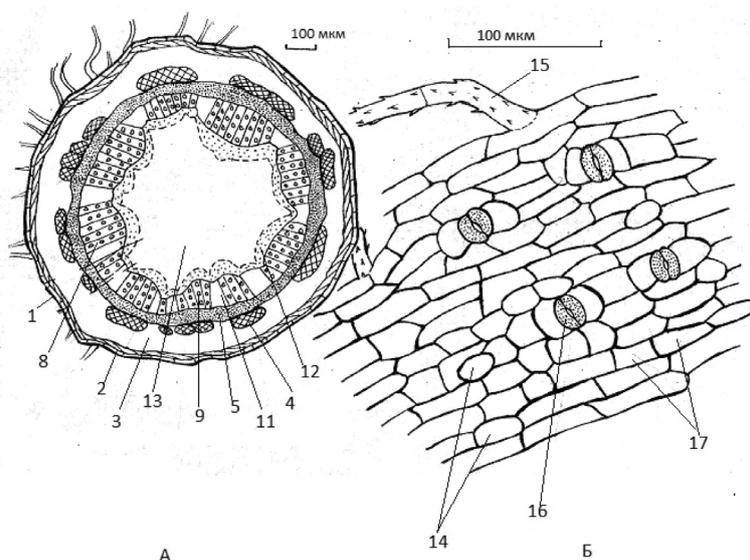
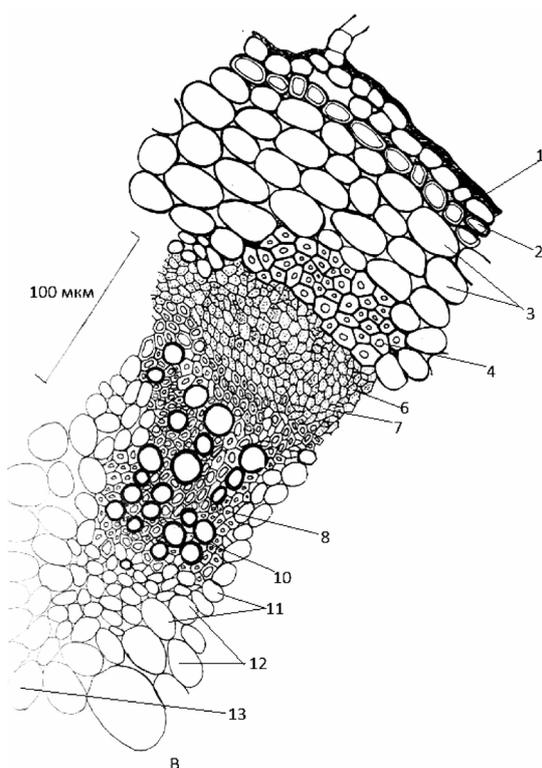


Рис. 1. Строение стебля песчаного экотипа кохии стелющейся. А — схема строения стебля; Б — эпидерма стебля: 1 — эпидерма; 2 — колленхима; 3 — коровая паренхима; 4 — лубяная склеренхима; 5 — мягкий луб; 6 — ситовидные трубки; 7 — лубяная паренхима; 8 — древесная склеренхима; 9 — сосуды; 10 — древесная паренхима; 11 — радиальные лучи; 12 — перимедулярная зона; 13 — сердцевина; 14 — основание волосков; 15 — волоски; 16 — устьица; 17 — покровные клетки эпидермы.

Вторичная ксилема прерывается более или менее широкими рядами паренхимных клеток. Перимедулярная зона состоит из мелких тонкостенных клеток, сердцевина представлена паренхимными клетками, размеры которых увеличиваются к центру стебля.

На рис. 1В участок стебля показан при большом увеличении, по которому можно получить представление о соотношении не только отдельных тканей, но и клеток. Сосуды ксилемы расположены радиальными рядами и чередуются с рядами клеток древесной склеренхимы: клетки последней отличаются от клеток лубяной склеренхимы меньшими размерами и менее утолщенными стенками. В радиальных рядах без особого порядка чередуются сосуды с разным диаметром — от 3 до 8 мкм.



В

Рис. 1 В. Анатомическая структура участка стебля кохии стелющейся. Увеличение 7х40.

Толщина кольца мягкого луба колеблется от 20 до 50 мкм. Ситовидные трубки большей частью сосредоточены в той части кольца, которая заключена между участка-

ми лубяной и древесной склеренхим. Выше мы уже отмечали наличие простых волосков на эпидерме стебля. Такие же волоски в значительном количестве присутствуют и на листьях.

Эпидерма стебля и листьев кохии стелющейся имеет сходное строение и составлена клетками 4–6 угольной формы, вытянутыми по высоте побега и длине листа. На фоне этих покровных клеток четко выделяются округлые клетки — основания простых волосков. Судя по размерам округлых оснований, можно сделать заключение: волоски на верхней эпидерме крупнее и чаще расположены, чем на нижней эпидерме и на эпидерме стебля. Покровные клетки эпидермы стебля в среднем достигают 37х11 мкм, на верхней эпидерме листа — до 43х27 мкм, на нижней — до 50х18 мкм. Устьица аномоцитного типа, т.е. окружены клетками, не отличающимися по форме и размерам от остальных клеток. Каждое устьице окружено 4 (реже 5) клетками. Устьица на верхней эпидерме чуть длиннее (27х18 мкм), чем на стебле и нижней эпидерме (22х18 мкм). Следует отметить, что устьица на эпидерме побега кохии стелющейся собраны более или менее упорядоченно. На стебле длинная ось устьиц направлена поперек высоты и собрана вертикальными рядами друг над другом. Таково же распределение устьиц и на эпидерме листовой пластинки (рис. 2 А, Б).

На рис. 3 показана схема строения листа на поперечном срезе (увеличение 7х8), рядом — анатомическое строение листа при большом увеличении. Центральная часть листовой пластинки занята водозапасающей паренхимой — 2–3 слоя крупных клеток — 35,4 х 19,0 мкм в среднем. Центральная водозапасающая паренхима с обеих сторон окружена небольшими проводящими пучками, которые образуют анастомозы между собой. Ксилемная часть коллатеральных проводящих пучков направлена в сторону эпидерм, нижней и верхней. В каждом отдельно взятом пучке преобладает флоэмная часть, в ксилемной, сосудов мало, и они небольшого диаметра. На продольном срезе анастомозирующих участков проводящих пучков заметны кольчатые, реже спиральные сосуды. Камбий в фотосинтезирующих органах, закончивших рост, нами не обнаружен. Со стороны ксилемы отдельные пучки окружены «аркой» из квадратных по

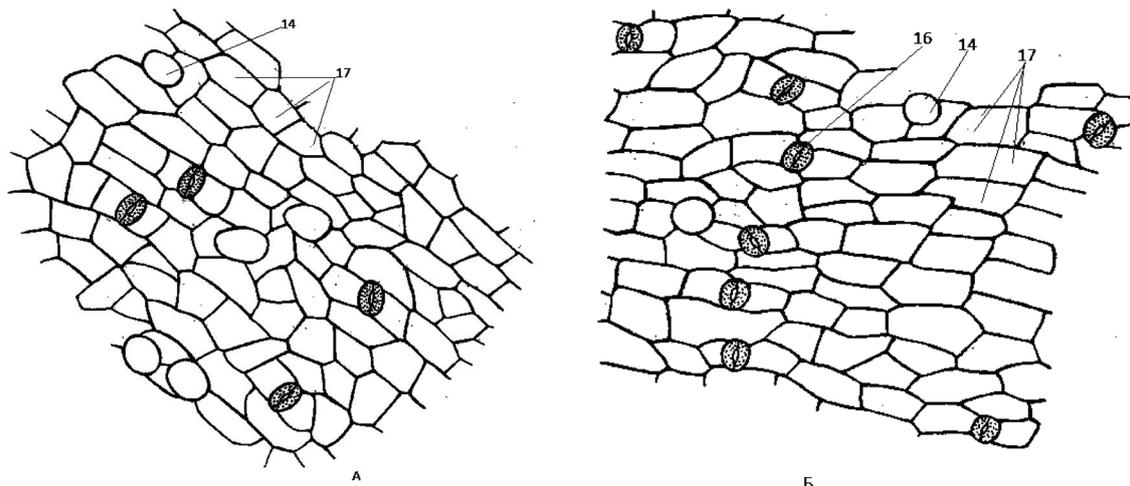


Рис. 2. Строение эпидермы листовой пластинки кохии стелющейся: А — анатомия верхней и Б — нижней эпидерм. Условные обозначения те же, что и на рис. 1.

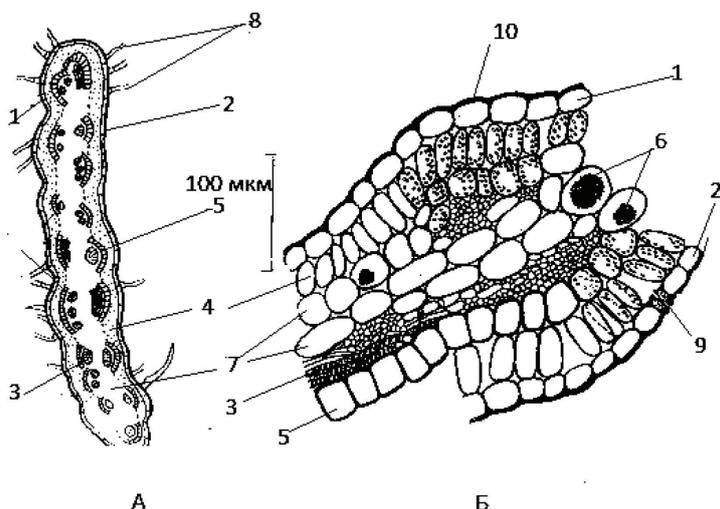


Рис. 3. Строение листа кохии стелющейся на поперечном срезе: 1 — верхняя и 2 — нижняя эпидермы; 3 — проводящие пучки; 4 — хлоренхима; 5 — полукранц-обкладка; 6 — кристаллы солей; 7 — водозапасающая ткань; 8 — волоски, 9 — устьице, 10 — кутикула.

форме клеток обкладки, которые прерываются в местах, где отсутствуют проводящие пучки. Клетки обкладки (26 x 20 мкм) четко отличаются и фотосинтезируют наряду с хлоренхимой, составленной из одного слоя палисадных клеток — (28–38 x 10–16 мкм).

Хлоренхима проходит с аба- и адаксиальной сторон листовой пластинки непосредственно под эпидермой. Кутикула над эпидермой слабо выражена. В очертании на поперечном срезе листовая поверхность слегка волнистая: выпуклости совпадают с местами прохождения обкладок. С адаксиальной стороны волнистость выражена сильнее, чем с абаксиальной. В отдельных клетках водозапасающей паренхимы отмечены кристаллы солей.

Таким образом, структурная дифференциация листьев кохии стелющейся, экотип

песчаный (серый), подтверждает  $C_4$  — путь метаболизма с полукоронарным типом кранц-анатомии. Однако у представителей названного типа «обкладка и мезофилл образуют арки над периферическими проводящими пучками, располагающимися в двух плоскостях» [Вознесенская, Гамалей 1987: 26–29]. У кохии стелющейся мелкие анастомозирующие проводящие пучки расположены вокруг водозапасающей ткани. Наличие последней обуславливает определенную суккулентность — накопление и удерживание воды в тканях листа. Этому же способствует и содержание кристаллов солей в отдельных клетках мезофилла. Полукранц-обкладки над отдельными или одна общая над 2–3 мелкими проводящими пучками выпуклой стороной направлены к хлоренхиме, тем самым образуя волни-

стость обеих сторон листовой пластинки. Хлоренхима из одного слоя палисадной ткани проходит непрерывно под эпидермой с аба- и адаксиальной сторон. В фотосинтезе участвуют и клетки полукранц-обкладки. Подобная анатомическая структура листа свидетельствует о том, что у кохии стелющейся обе стороны листовой пластинки в равной степени участвуют в фотосинтезе. У абсолютного большинства двудольных растений с дорсовентральной структурой мезофилла лишь адаксиальная сторона хорошо адаптирована к выполнению функции фотосинтеза. Расположение водозапасающей ткани в центральных клетках мезофилла способствуют сохранению и экономному расходованию запасенной влаги. Этому же способствует волнистая поверхность листовой пластинки. Значительное количество простых, довольно длинных волосков коррелирует с тонкой кутикулой. Аномоцитные устьица расположены на одном уровне с эпидермальными клетками. На верхней эпидерме до 100 устьиц на 1 м<sup>2</sup>, на нижней — чуть больше. Отмеченные при-

знаки также способствуют экономному расходованию воды и уменьшению инсоляции.

Анализ анатомического строения годичного побега кохии стелющейся позволяет заключить, что у рассматриваемого вида стебель — непучкового типа: сплошное кольцо образует только мягкий луб. Участки лубяной склеренхимы, хорошо представленная в ксилеме древесная склеренхима и один слой колленхимы под эпидермой обеспечивают ортотропное положение побега в пространстве.

Особенностью анатомического строения годичного стебля песчаного экотипа кохии стелющейся является наличие хлоропластов в отдельных клетках коры, что свидетельствует об участии стебля в фотосинтезе.

Структурная дифференциация листьев подтверждает C<sub>4</sub> — путь метаболизма с полукоронарным типом кранц-анатомии. При этом мелкие анастомозирующие проводящие пучки расположены вокруг водозапасающей ткани, наличие которой обуславливает определенную суккулентность.

#### Литература

Аюшева Е. Ч., Джарпова Р. Р. Видовой состав и продуктивность фитоценозов, улучшенных путем фитомелиорации на бурых полупустынных почвах Калмыкии // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 14. № 1 (5). 2012. С. 1187–1190.

Барыкина Р. В. Практикум по анатомии растений. М.: Просвещ., 1976. 250 с.

Вознесенская Е. В., Гамалей Ю. В. Структурная дифференциация мезофилла у растений с кранц-типом анатомии листа // Современные проблемы экологической анатомии растений. Мат-лы I Всесоюз. совещ. по эколог. анатомии растений. Ташкент: Фан, 1987. С. 26–29.

#### References

Ayusheva E. Ch., Dzharpova R. R. [Species Composition and Productivity of the Phytocoenoses Improved by Phytomelioration on the Brown Semi-desert Soils of Kalmykia]. *Bulletin of Samara Scientific Center of the RAS*. Vol. 14. No. 1 (5). 2012. Pp. 1187–1190. (In Russ.)

Barykina R. V. [Workshop on Plant Anatomy]. Moscow: Prosveshchenie, 1976. 250 p. (In Russ.)

Voznesenskaya E. V., Gamaley Yu. V. [Structural Differentiation of Mesophyll in Plants with Kranz-type Leaf Anatomy]. In: [Modern Problems of Ecological Anatomy of Plants]. Conf. proc. Tashkent: Fan, 1987. Pp. 26–29. (In Russ.)