

**АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ
LYCOPUS EUROPAEUS (LABIATAE)**

К.Д. КОПОСОВА, С.В. ШАБАЛКИНА

Вятский государственный университет, Киров (koposova2013@yandex.ru, Nasturtium2017@yandex.ru)

**THE ANATOMICAL STRUCTURE OF STEM
IN *LYCOPUS EUROPAEUS* (LABIATAE)**

K.D. KOPOSOVA, S.V. SHABALKINA

Vyatka State University, Kirov (koposova2013@yandex.ru, Nasturtium2017@yandex.ru)

Резюме. Описано внутреннее строение стебля в междоузлиях базальной и средней частей побега у особой генеративного периода *Lycopus europaeus* L., произрастающих в условиях подзоны южной тайги Кировской области. Стебель полый, имеет пучковое строение. Проводящие пучки открытые, коллатеральные, сосудисто-волокнистые. Эпидерма с диацитным (реже тетрацитным) типом устьичного аппарата. На поверхности стебля расположены крошечные крупные одноклеточные и многоклеточные трихомы, железистые волоски с 2- и 4-клеточными головками. Для анатомического строения стебля *L. europaeus* характерно также наличие системы воздухоносных межклетников и кутикулы на эпидерме; оптимальное соотношение механических и проводящих тканей.

Ключевые слова: *Lycopus europaeus*, стебель, эпидерма, клетка, анатомо-топографическая зона.

Abstract. The anatomy of the stem in the internodes of the basal and middle parts of the shoot in generative period individuals of *Lycopus europaeus* L. growing in the southern taiga subzone of the Kirov region is described. The stem is hollow, has a beam structure. Vascular bundles opened, collateral, vascular-fibrous. An epidermis with a diacytic (less often with tetracytic) type of stomatal apparatus. On the surface of the stem there are the covering large unicellular and multicellular trichomes, glandular trichomes with 2- and 4-cell heads. The presence of intercellular spaces and cuticle on the epidermis of the stem, by an optimal ratio of the mechanical and conductive tissues is characteristic of the anatomical structure of the stalk *L. europaeus*.

Key words: *Lycopus europaeus*, stem, epidermis, cell, anatomic-topographical zone.

Благодаря появлению цифровой фотографии значительно расширились возможности изучения анатомического строения растений. Моментальное получение снимков проверяемого качества обеспечивает также документированный анализ каких-либо признаков [Марков, Юсуфова, 2013], позволяет описывать изменение внутреннего строения органов в онтогенезе особи и выявлять адаптации растений к экологическим условиям. Несмотря на значительное число данных, многие вопросы анатомического строения разных объектов далеки от окончательного решения.

Lycopus europaeus L. – зюзник европейский – евразийский вид, гигрофит [Папченков, 2001], произрастает по берегам водоёмов и водотоков; на прибрежных песках, болотах, пойменных лугах; во влажных лесах, в кустарниковых, тростниковых и осоковых зарослях, канавах, по вырубкам [Губанов и др., 2004]. Несмотря на многообразие местообитаний, популяции *L. europaeus* обладают узкой привязанностью к конкретным особенностям рельефа, почвы и увлажнения. В связи с тем, что занимаемые территории отличаются

переменной и нестабильной влажностью в течение сезона, подвижностью субстрата, специфическими температурным и световым режимами, у особой сформировались различные приспособления. Цель данного сообщения – описание особенностей анатомического строения стебля *L. europaeus* для выявления адаптаций к условиям среды.

Материалом для исследования послужили генеративные особи *L. europaeus*, собранные в июле 2013–2016 гг. на берегу озера Пайбулатовское Кикнурского района и на территории памятника природы «Медведский бор» Нолинского района Кировской области. Для изучения внутреннего строения, побеговые системы и их части фиксировали в 70 %-ном спирте. В лаборатории провели серию последовательных поперечных и парадермальных срезов междоузлий стебля 2–4-го (далее базальная часть) и 8-го (далее средняя часть) метамеров. Временные микропрепараты изучали под бинокулярным микроскопом Motic BA 300 со встроенной цифровой камерой. Измерения линейных размеров проводили при помощи программного обеспечения, разработанного для этого микроскопа научным сотрудником лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН, канд. техн. наук Г. Я. Кантором. Все количественные данные статистически обработаны и представлены в виде средних значений и отклонений от средних.

Стебель *L. europaeus* четырёхгранный, имеет характерное для представителей семейства Labiatae строение. Толщина его в базальной части около 5 900 мкм. На поперечном срезе выделяются три анатомо-топографические зоны: эпидерма, первичная кора и стела (рис. 1). Эпидерма образована одним рядом плотно сомкнутых клеток овальной формы шириной 9–15 мкм (табл. 1). Она покрыта мощным слоем кутикулы.

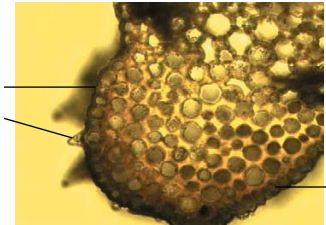
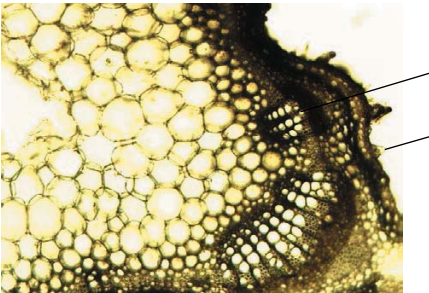
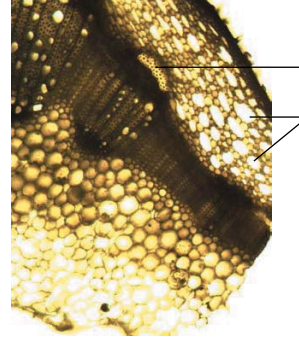
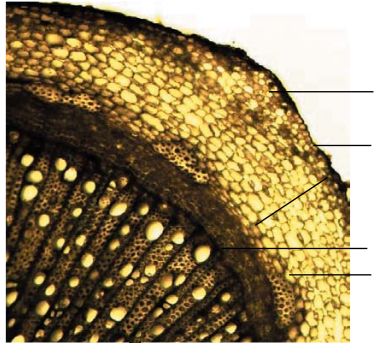
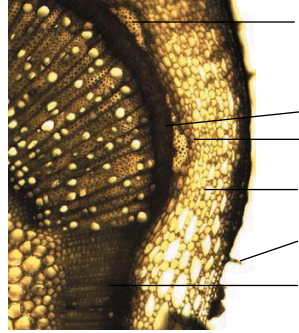
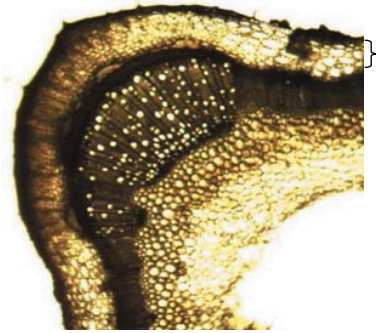
Первичная кора сложена колленхимой, коровой паренхимой, ограничена эндодермой. В углах стебля колленхима расположена группами, которые особенно отчетливо видны в средней и апикальной частях, вдоль рёбер – в виде 1–2 слоёв (рис. 1). Она образована округлыми клетками, как правило, с равномерно утолщенными оболочками. Коровая паренхима состоит из рыхло расположенных клеток округлой формы с выраженными межклетниками. Её ограничивает эндодерма из вытянутых клеток, лежащих плотно друг к другу (рис. 1). В целом, размер первичной коры в основании стебля примерно в три раза превышает её толщину в средней части (табл. 1).

Таблица 1

Значения некоторых биометрических показателей стебля и эпидермы у *Lycopus europaeus*

Признак	Размеры, мкм	
	в базальной части	в средней части
Толщина эпидермы	10,80±2,30	10,86±1,95
Толщина первичной коры	221,10±20,25	74,43±10,91
Толщина эндодермы	17,10±3,07	20,00±1,29
Длина крупного проводящего пучка	715,00±91,56	330,00±40,82
Длина мелкого проводящего пучка	388,00±66,30	212,86±14,96
Диаметр клеток сердцевинной паренхимы	83,90±18,38	100,00±11,55
Длина основных эпидермальных клеток	69,60±21,58	68,80±15,77
Ширина основных эпидермальных клеток	18,00±3,46	21,80±4,97
Длина замыкающих клеток устьища	22,70±3,83	21,80±2,32
Ширина замыкающих клеток устьища	6,00±1,41	5,70±0,52
Длина устьичной щели	12,80±2,63	11,20±3,25
Ширина устьичной щели	3,80±0,75	2,80±0,98

В центральном цилиндре стебля четыре крупных проводящих пучка располагаются в углах, к которым всегда примыкает пучок меньшего размера (табл. 1). Между ними вдоль рёбер находятся ещё несколько мелких пучков. Они являются полными открытыми коллатеральными сосудисто-волокнистыми. Размеры их варьируют: длина крупного проводящего пучка в основании стебля примерно в два раза превышает таковую в средней части.



Размеры мелких проводящих пучков на разной высоте побега отличаются незначительно. Лубяные волокна располагаются группами («островками»), под ними находятся ситовидные трубки с сопровождающими клетками и лубяная паренхима. В ксилеме много сосудов, выражены трахеиды, преобладают волокна либриформа (особенно в базальной части стебля), клетки древесной паренхимы располагаются в виде радиальных тяжей (рис. 1). Камбий в виде одного–двух рядов клеток состоит из плотно сомкнутых прямоугольных клеток.

Межпучковый камбий закладывается, но клетки его чаще дифференцируются в паренхиму. В базальной части стебля отложенная паренхима выглядит ровными многочисленными рядами из таблитчатых клеток с утолщенными клеточными оболочками. Выше по побегу число рядов значительно уменьшается, тогда как толщина клеточных оболочек увеличивается.

Внутренняя часть стелы – сердцевинная паренхима, образованная рыхло расположенными клетками, диаметр которых варьирует от 20 до 110 мкм. Размеры клеток увеличиваются центrostремительно. В центре стебля находится крупная воздухоносная полость, размер которой уменьшается в акропетальном направлении. Наличие её обеспечивает запас воздуха (рис. 1).

На парадермальном срезе основные эпидермальные клетки прямоугольные или близкой к ним формы, плотно примыкают друг к другу. Устьичный аппарат диацитного типа в соответствии с классификацией М. А. Барановой [1985]: замыкающие клетки устьиц окружены двумя побочными, их смежные оболочки ориентированы перпендикулярно устьичной щели. Иногда обнаруживается тетрацитный тип устьичного аппарата, у которого замыкающие клетки окружены четырьмя побочными (рис. 2). Устьица овальной формы, состоят из двух замыкающих клеток бобовидной формы. Примыкают к замыкающим побочные клетки почти правильной формы. Биометрические данные измеренных параметров структур отличаются незначительно (табл. 1).

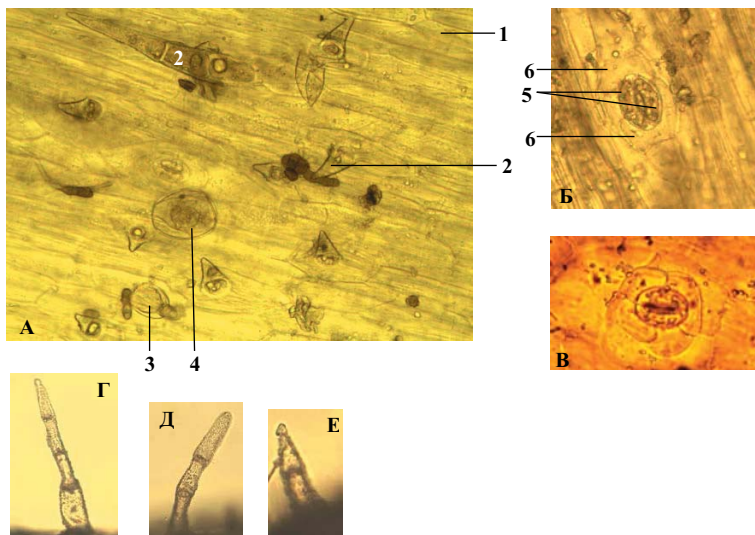


Рис. 2. Строение эпидермы *Lycopus europaeus* (увел. 40×10): А – общий вид в средней части стебля; Б – диацитный тип устьичного аппарата; В – тетрацитный тип устьичного аппарата; Г–Е – многоклеточные кроющие волоски; 1 – основная эпидермальная клетка; 2 – кроющий волосок; 3 – железистый волосок с 2-х клеточной головкой; 4 – железистый волосок с 4-х клеточной головкой; 5 – замыкающие клетки устьища; 6 – побочные клетки устьища.

На поверхности стебля расположены многочисленные крошечные крупные одно- и многоклеточные трихомы, а также эфиромасличные железистые волоски с 2- и 4-клеточными головками. Длина волосков варьирует от 60 до 265 мкм (178,34±106,11 мкм). В целом, результаты наших исследований согласуются с данными Н. А. Шелухиной [2012] и дополняют их.

Таким образом, анатомическое строение стебля *L. europaeus* имеет признаки, характерные для других видов семейства Labiatae, но несёт черты адаптаций к условиям среды. Наличие системы межклетников в первичной коре и центральной воздухоносной полости способствует запасу газов, позволяет произрастать на периодически затопляемых субстратах. Мощное развитие сосудистых элементов ксилемы обеспечивает растение водой и минеральными веществами; развитые кутикула и устьичный аппарат, разнообразные волоски участвуют в регуляции и поддержании водного баланса, что приводит, в целом, к формированию крупных побеговых систем особей и обитанию на осушенных участках. Группировки лубяных волокон, значительное число волокон либриформа в ксилеме, утолщение оболочек клеток паренхимы, образованной из межпучкового камбия, способствуют поддержанию развитой наземной биомассы без дополнительной опоры. Большинство отмеченных признаков свидетельствуют о приспособлении *L. europaeus* к произрастанию в открытых местах с избыточным увлажнением почвы и непостоянной влажностью воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранова М.А.** 1985. Классификация морфологических типов устьиц. *Ботанический журнал*. 70(12): 1475–1485.
- Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н.** 2004. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Москва: Товарищество научных изданий КМК, Институт технологических исследований. Т.3: 520 с.
- Марков М.В., Юсуфова В.З.** 2013. Особенности анатомического строения растений рода недотрога *Impatiens* (Balsaminaceae). *Вестник ТГУ*. 18(6): 3196–3202.
- Папченков В.Г.** 2001. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ: 200 с.
- Шелухина Н.А.** 2012. Изучение метаболома зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) и разработка субстанции тиреотропного действия. Автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Москва: 26 с.

БЛАГОДАРНОСТИ. Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 16-04-01073).