

**Е.Г. КОГАН<sup>1</sup>, А.Н. КИСИЛЁВА<sup>1</sup>, Е.М. ЕЛАГИНА<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Смоленский государственный медицинский университет

<sup>2</sup> Смоленский государственный университет

**СРАВНИТЕЛЬНОЕ АНАТОМО-ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ  
СТЕБЛЕЙ КОПЕЕЧНИКА КУСТАРНИКОВОГО  
(*HEDYSARUM FRUTICOSUM PALL.*)  
И КОПЕЕЧНИКА АЛЬПИЙСКОГО (*HEDYSARUM ALPINUM L.*)**

Статья посвящена микроскопическому изучению стеблей копеечника кустарникового (*Hedysarum fruticosum Pall.*) и копеечника альпийского (*Hedysarum alpinum L.*) с целью выявления анатомо-гистологических признаков ранее неизученного вида копеечника кустарникового. Анализ показал значительное сходство строения стеблей двух изучаемых видов из рода Копеечник. Для *H. fruticosum* и *H. alpinum* характерен промежуточный тип строения стели, наличие выраженной гиподермы, в молодых стеблях в составе пучков присутствует склеренхима и паренхимные клетки с оранжево-коричневым пигментом, в древесине – крупные широкопросветные сосуды и много механических волокон. Вместе с тем, выявлены специфические черты анатомического строения стеблей двух видов, которые можно использовать для определения подлинности и качества лекарственного растительного сырья.

**Ключевые слова:** анатомическое строение, стебель, копеечник кустарниковый, копеечник альпийский, микроскопия

**Коган Евгений Геннадьевич** – аспирант кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии с курсом фармации ДПО. E-mail: e.g.kogan@yandex.ru

**Кисилёва Анастасия Николаевна** – кандидат фармацевтических наук, доцент, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармакогнозии с курсом фармации ДПО. E-mail: a.kisilyova@mail.ru

**Елагина Елена Михайловна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и декоративного растениеводства. E-mail: emelag@rambler.ru

**E.G. KOGAN<sup>1</sup>, A.N. KISILYOVA<sup>1</sup>, E.M. ELAGINA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Smolensk State Medical University

<sup>2</sup>Smolensk State University

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ANATOMICAL AND HISTOLOGICAL  
FEATURES OF STEMS OF HEDYSARUM FRUTICOSUM PALL.  
AND HEDYSARUM ALPINUM L.**

The article is devoted to a microscopic study of the stems of the *Hedysarum fruticosum Pall.* and *Hedysarum alpinum L.* to identify the anatomical and histological characteristics of previously unstudied species *Hedysarum fruticosum*. The analysis showed significant similarity of the stem structure of the two studied species genus *Hedysarum*. There is an intermediate type of the structure of the stele, the presence of marked hypodermis in *H. fruticosum* and *H. alpinum*. Bundles of young stems contain parenchyma cells with orange-brown pigment, wide lumens and a lot of mechanical fibers are found in the wood substance. However, specific features which can be used to determine the authenticity and quality of medicinal plant raw material were identified.

**Key words:** anatomical structure, stem, *Hedysarum fruticosum*, *Hedysarum alpinum*, microscopy

**Evgenij Gennadievich Kogan**, Postgraduate student of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy with the Course of Pharmacy Chair of CPE. E-mail: e.g.kogan@yandex.ru

**Anastasija Nikolaevna Kisiljova**, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Head of the Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy with the Course of Pharmacy Chair of CPE. E-mail: a.kisilyova@mail.ru

**Elena Mikhbailovna Elagina**, Candidate of Biology, Associate Professor of the Biology and Softscape Chair. E-mail: emelag@rambler.ru.

Род Копеечник (*Hedysarum*) насчитывает около ста видов [5]. Некоторые из них используются как растительное сырье, обладающее фармакологической активностью и содержащее разные группы биологически активных соединений [6].

Копеечник кустарниковый (*Hedysarum fruticosum* Pall.) – вид из семейства Бобовые (*Fabaceae*); это полукустарник, стебли длиной до 120 см – прямостоячие, либо вильчатые, прижато опушенные. Листочки в числе 4-10 пар, продолговатые или эллиптические, длиной 1-4 см, шириной до 1,5 см, с обеих сторон прижато опушенные, сероватые, иногда сверху почти голые. Кисть рыхлая, 5-10-цветковая, изредка ветвистая и тогда более многоцветковая. Прицветники мелкие, рано опадающие. Чашечка длиной около 5 мм, зубцы ее треугольно-ланцетные или треугольные, в 1,5-3 раза короче трубки. Венчик розовый, в сухом состоянии пурпурово-фиолетовый, длиной 16-20 мм. Лодочка немного короче широкого флага, крылья вдвое короче лодочки. Завязь и бобы опушенные, иногда голые. Членики бобов в числе 2-5, продолговато-эллиптические, нередко с утолщениями, иногда с бугорками [6].

Копеечник альпийский (*Hedysarum alpinum* L.) – вид из семейства Бобовые (*Fabaceae*); это многолетнее травянистое растение, стебли длиной до 150 см, прямостоячие, голые или в верхней части могут быть опушены короткими и слегка курчавыми волосками. Листочки в числе 5-11 пар, продолговато-яйцевидные, удлинненно-эллиптические, длиной 1,5-3,5 см, шириной до 1,2 см, сверху голые, снизу рассеянно прижато-волосистые (главным образом по жилкам) или почти голые. Цветки розовые, лилово-розовые, в высушенном состоянии фиолетовые, в кистях длиной 5-20 см. Прицветники линейно-ланцетные, ланцетные, длиной 4-6 мм, в 1,5-3 раза короче цветоножек, реже почти равны им. Чашечка длиной 3,5-4,5 мм, опушена короткими, слегка курчавыми волосками, с неравными зубцами, из которых нижний немного короче трубки. Венчик длиной 13-16 мм, лодочка длиннее флага, крылья почти равны флагу. Завязь голая или опушенная. Членики бобов в числе 1-4, овально-эллиптические или овальные, сетчатые, с очень узкой каймой, реже без нее, голые или рассеянно опушенные [7].

Выбор объектов нашей работы обусловлен тем, что копеечник альпийский – известное и достаточно изученное лекарственное растение [5]. Вместе с тем, такой вид как копеечник кустарниковый прак-

тически не исследован. Однако, предположительно, он также может содержать схожие биологически активные вещества. Следовательно, необходимо провести комплексный фармакогностический анализ копеечника кустарникового.

**Цель исследования:** сравнительное изучение анатомо-диагностических признаков копеечника кустарникового и копеечника альпийского. Полученные результаты планируется использовать при подготовке проекта фармакопейной статьи на сырье.

В этой связи было проведено фармакогностическое изучение стеблей копеечника кустарникового и копеечника альпийского для выявления диагностически значимых признаков данного вида сырья при установлении его подлинности.

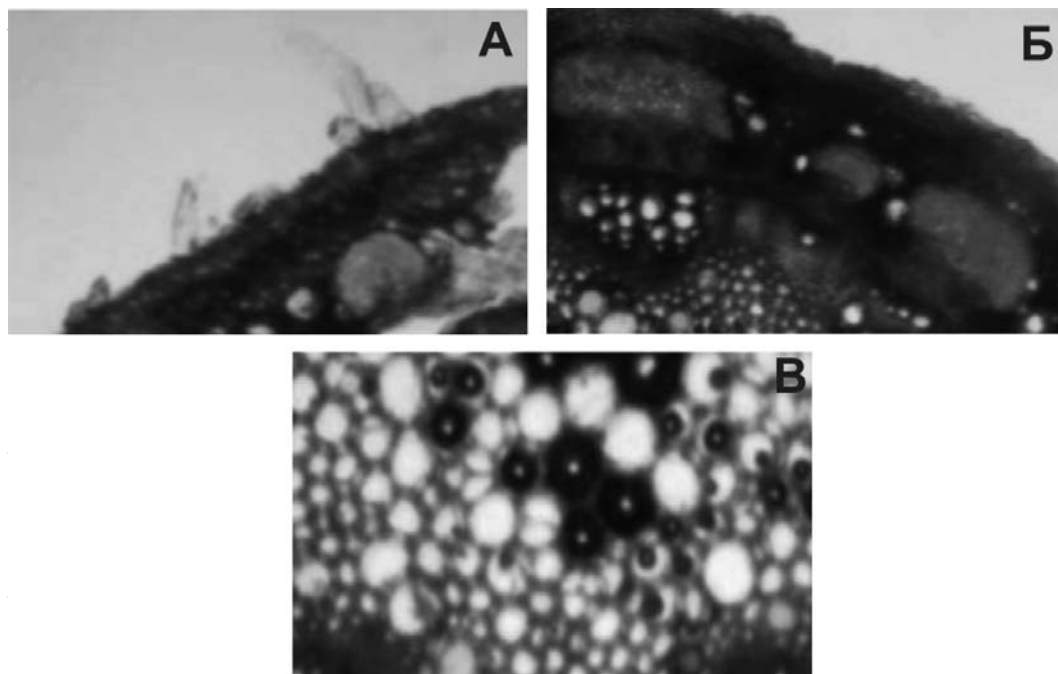
#### **Материалы и методы исследования**

Объектами исследования являлись высушенная трава копеечника кустарникового (*H. fruticosum*), собранная на территории района Южный лагерь близ Улан-Удэ, и трава копеечника альпийского (*H. alpinum*), собранная в г. Бийске. Сушка собранного сырья производилась естественным способом: сырье сушили под навесами, разложив тонким слоем, без доступа прямых солнечных лучей. Окончание сушки определялось по ломкости стеблей и листьев. Микропрепараты изготавливали по общепринятой методике [3, 4]. Анатомо-диагностическое исследование стеблей копеечников проводили в проходящем отраженном свете, с помощью светового микроскопа марки «Альтами БИО 6», с объективами Ч4, Ч10, Ч40, окулярами Ч20. Микрофото съемка выполнена с помощью цифровой окулярной камеры UCMOS05100KPA (3.1 megapixels). Фотографии отредактированы в программе Altami Studio.

#### **Результаты исследования**

На поперечном срезе молодого стебля (первый год жизни, начало онтогенеза) копеечника кустарникового (рис. 1) отчетливо выражены три анатомо-топографические зоны: покровы, первичная кора и центральный цилиндр (или стель).

Покровы представлены эпидермой, которая располагается на поверхности стебля и граничит с окружающей средой. Основу данной первичной покровной ткани составляют собственные клетки эпидермы, располагающиеся в один слой. В составе эпидермы наблюдаются также кроющие трихомы, они имеют базальную клетку, выше которой находится вытянутая довольно широкая клетка с заостренной верхушкой и живым содер-



**Рис. 1 . Анатомическое строение молодого стебля (1-й год жизни) копеечника кустарникового (x800): А - эпидерма с кроющими трихомами; Б - проводящие пучки; В - клетки сердцевины**

Напротив проводящих пучков под гиподермой располагаются широкие участки колленхимы. Благодаря особенностям цитологического строения (утолщенные клеточные стенки и наличие хлоропластов) колленхима выполняет две функции: опорную, или механическую, и ассимиляционную. Вместе с тем колленхима не препятствует росту молодого стебля в толщину.

Самая внутренняя анатомо-топографическая зона стебля – это центральный цилиндр, который в стебле имеет особое значение, поскольку обеспечивает дальний транспорт веществ и связывает в единую целостную систему подземные и надземные органы растения. Центральный цилиндр в стебле копеечника кустарникового занимает большой объем по сравнению с первичной корой.

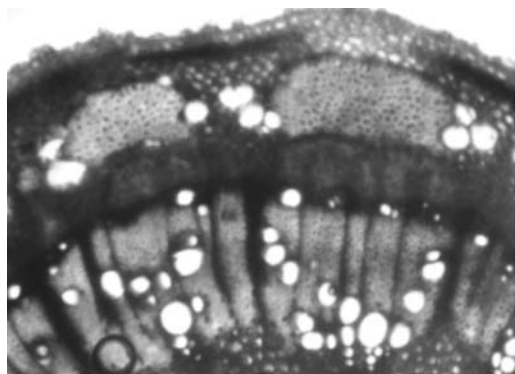
На периферии центрального цилиндра находится склеренхима перициклического происхождения. Склеренхима – механическая ткань, клетки которой имеют сильно утолщенные, лигнифицированные оболочки, клетки склеренхимы выполняют опорную функцию в мертвом состоянии. Склеренхима располагается широкими тяжами, которые приурочены к проводящим пучкам, эта механическая ткань находится снаружи от флоэмы каждого пучка.

Проводящие пучки в молодом стебле копеечника кустарникового открытые, коллатерального типа: в составе пучков

занимает значительный объем центрального цилиндра. Сердцевина представлена тонкостенными паренхимными клетками, в которых откладываются запасные вещества. Сердцевина неоднородна, ее периферическая часть – это перимедулярная зона, она состоит из относительно мелких клеток. Именно в перимедулярной зоне сердцевины располагаются клетки-идиобласты, содержащие оранжево-коричневый пигмент. В центре сердцевины находятся крупные запасные клетки, многие из них несут кристаллы (рис. 1).

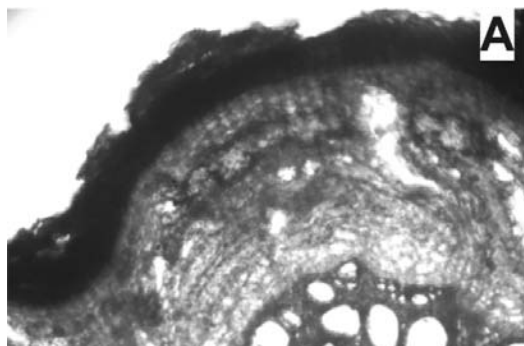
В зрелом однолетнем стебле копеечника кустарникового происходят изменения в анатомическом строении (рис. 2), связанные с длительной работой вторичной меристемы – камбия и нарастанием вторичных проводящих тканей в составе стели.

Для зрелого стебля характерен промежуточный тип, при котором пучковое строение постепенно сменяется непучковым, или сплошным. В онтогенезе стебля переходный тип строения формируется за счет того, что камбий, в отличие от прокамбия, закладывается в виде сплошного, непрерывного кольца. При этом пучковый камбий дифференцируется из остатков прокамбия, а межпучковый камбий образуется из клеток основной паренхимы, располагающихся между первичными проводящими пучками. В процессе работы этой вторичной меристемы внутри



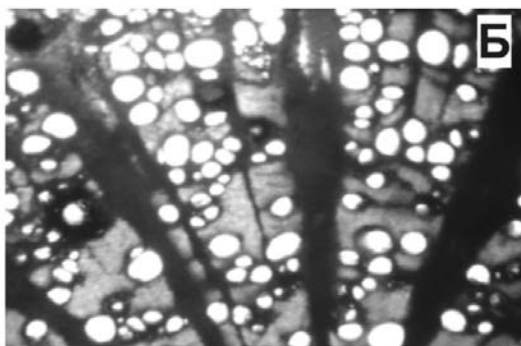
**Рис. 2. Анатомическое строение молодого стебля (1-й год жизни) копеечника кустарникового (x400)**

проводящих пучков из камбия образуются вторичные проводящие ткани (флоэма от-



кладывается кнаружи от камбия, а ксилема – внутрь). Одновременно из межпучкового камбия формируются новые, дополнительные проводящие пучки, занимающие промежуточное положение между образованными ранее. Новые проводящие пучки состоят только из вторичной флоэмы и ксилемы, поскольку они дифференцируются из камбия. Постепенно пучки разрастаются в ширину и сливаются в одно сплошное кольцо из concentricки располагающихся тканей: флоэмы, камбия и ксилемы. Образуется непучковое строение стели.

Изучаемый нами вид – это кустарник [7], поэтому его побеги многолетние, стебли отличаются длительным нарастанием в толщину. В связи с ростом происходят дальнейшие анатомические изменения в строении стебля (рис. 3).



**Рис. 3. Анатомическое строение зрелого стебля копеечника кустарникового (x400): А - периферические ткани; Б- древесина**

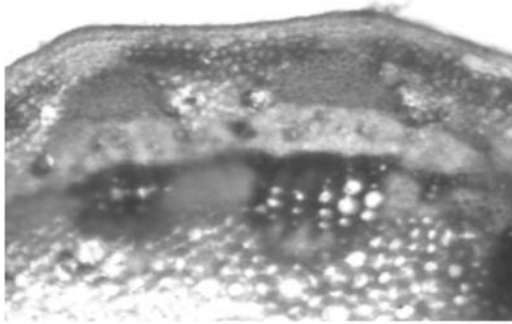
В конце первого вегетационного периода эпидерма заменяется на вторичную покровную ткань – перидерму. Перидерма – это сложная, многослойная ткань, которая более надежно защищает стебель от неблагоприятных факторов среды и позволяет стеблю зимовать. Под перидермой располагаются остатки первичной коры. Эти ткани подвергаются центробежному сдавливанию под влиянием растущего центрального цилиндра, поэтому клетки постепенно разрушаются.

В многолетнем стебле наибольший объем занимает центральный цилиндр. За счет камбия происходит постоянное нарастание проводящих тканей, особенно ксилемы. Поэтому через несколько лет древесина становится наиболее массивной в составе стели. В составе ксилемы хорошо заметны крупные немногочисленные сосуды, наряду с ними в составе этой проводящей ткани отмечается большое количество склеренхимных волокон (рис. 3). Сердцевина в составе стели многолетнего стебля занимает совсем маленький объем.

Следует подчеркнуть, что переходный тип строения центрального цилиндра,

значительное количество древесинных волокон в составе ксилемы, наличие склеренхимы в первичной коре делает стебель особенно жестким. Повышение механической прочности стебля в его онтогенезе является приспособлением к суровым условиям степей: недостатку воды, суровым зимам и значительным динамическим нагрузкам на разрыв со стороны ветров.

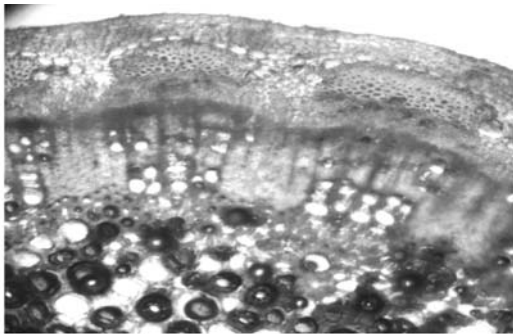
Другим объектом нашего исследования явились стебли копеечника альпийского. Данный вид – травянистое растение, поэтому каждый стебель живет только один вегетационный период. На рис. 4 представлено анатомическое строение стебля в начале онтогенеза. Характер расположения анатомо-топографических зон и тканей в них одинаков с копеечником кустарниковым. В молодом стебле копеечника альпийского стель имеет пучковое строение, вокруг пучков встречаются крупные паренхимные клетки с оранжево-коричневым пигментом. Большую часть стели занимает мощная сердцевина, клетки которой содержат кристаллы.



**Рис. 4. Анатомическое строение молодого стебля копеечника альпийского (x400)**

Особенности анатомического строения стебля *H. alpinum* связаны с покровной тканью – эпидермой. У копеечника альпийского она несет редкие единичные кроющие волоски, в отличие от эпидермы *H. fruticosum*, в составе которой достаточно много трихом (рис. 1А).

В зрелом стебле *H. alpinum* отмечается формирование дополнительных вторичных проводящих пучков, следовательно, возникает переходное строение стебля (рис. 5).



**Рис. 5. Анатомическое строение зрелого стебля копеечника альпийского (x400)**

#### Заключение

На основании полученных результатов можно отметить значительное сходство анатомического и гистологического строения стеблей двух изучаемых видов из рода Копеечник. Для *H. fruticosum* и *H. alpinum* характерен промежуточный тип строения стели, наличие выраженной гиподермы, в молодых стеблях в составе пучков присутствует склеренхима и паренхимные клетки с оранжево-коричневым пигментом, в древесине

– крупные широкопросветные сосуды и много механических волокон.

Вместе с тем, в анатомическом строении стеблей копеечника кустарникового и копеечника альпийского выявлены специфические черты. В составе эпидермы стебля *H. fruticosum* наблюдаются многочисленные кроющие трихомы, тогда как в эпидерме стебля *H. alpinum* волоски единичные. Побеги копеечника кустарникового многолетние, для них характерен продолжительный рост. В результате формируется вторичная покровная ткань – перидерма; древесина в стели становится всё более широкой и занимает значительный объём. По мере роста стебля сердцевина не нарастает, поэтому соотношение древесины и сердцевины изменяется в сторону ксилемы. Таким образом, выявленные нами особенности анатомо-гистологического строения можно использовать как диагностические признаки при анализе лекарственного растительного сырья, а также для создания проекта фармакопейной статьи.

#### Список литературы

1. Коган Е.Г., Кисилёва А.Н., Елагина Е.М. Анатомическое изучение листьев копеечника кустарникового // Фармация. – 2016. – №4. – С.19-22.
2. Коган Е.Г., Кисилёва А.Н., Елагина Е.М. Сравнительный анализ анатомо-диагностических признаков листа копеечника кустарникового (*Hedysarum fruticosum* Pall.) и копеечника альпийского (*Hedysarum alpinum* L.) // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2016. – № 1. – С.88-93.
3. Самылина И.А., Аносова О.Г. Фармакогнозия. Атлас. Том 1. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 192 с.
4. Сборник методических рекомендаций по стандартизации лекарственных средств. Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития. Научный центр экспертизы средств медицинского применения. – М.: Пеликан, 2006. – 392 с.
5. Федченко Б.А. Копеечник – *Hedysarum* // Флора СССР / Ботанич. ин-т им. В. Л. Комарова Ак. наук СССР; Гл. ред. акад. В.Л. Комаров; Ред. тома Б.К. Шишкин и Е.Г. Бобров. – М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1948. – Т. XIII. – С. 259-319.
6. Флора Сибири Fabaceae (Leguminosae) / Под ред. А.В. Положия, Л.И. Мальшевой. – Новосибирск: Наука, 1994. – Т.9. – 280 с.
7. Флора Сибири Fabaceae (Leguminosae). / Под ред. В.И. Курбатского. – Новосибирск: Наука. – 1994. – Т.9. – С.161.