



## Остатки покрытосеменного растения из среднеюрских отложений Восточной Сибири

Фролов А.О.<sup>1</sup>, Енущенко И.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт земной коры СО РАН, Россия, Иркутск, frolov88-21@yandex.ru

<sup>2</sup> Лимнологический институт СО РАН, Россия, Иркутск, deschampsia@yandex.ru

Долгое время достоверные остатки покрытосеменных были известны только из нижнемеловых и более молодых отложений. На рубеже XX-XXI веков в Китае в нижнемеловой (баррем) формации Исянь были обнаружены разнообразные остатки покрытосеменных растений. Среди них *Chaoyangia*, *Archaeofructus*, *Sinocarpus*, *Callianthus Liaoningfructus*, *Baicarpus* и *Nothodichocarpum* — являются высокоспециализированными формами (Wang, 2018). Эти находки свидетельствуют о том, что первые покрытосеменные должны иметь более древнюю историю, не ограниченную ранним мелом. В последнее десятилетие результаты молекулярного датирования появления покрытосеменных сходятся в диапазоне 175–240 млн. лет (поздний триас–ранняя юра) (Zeng et al., 2014). Палеоботанические исследования последних 12 лет, проведенные на территории Китая и Германии, доказали присутствие достоверных покрытосеменных растений (*Euanthus*, *Xingxueanthus*, *Solaranthus*, *Schmeissneria Yuhania* и *Juraherba*) в нижне-среднеюрских отложениях (Wang et al., 2007; Liu, Wang, 2016). Эти находки согласуются с результатами молекулярного датирования возраста покрытосеменных и подкрепляют выводы о более раннем происхождении данной группы.

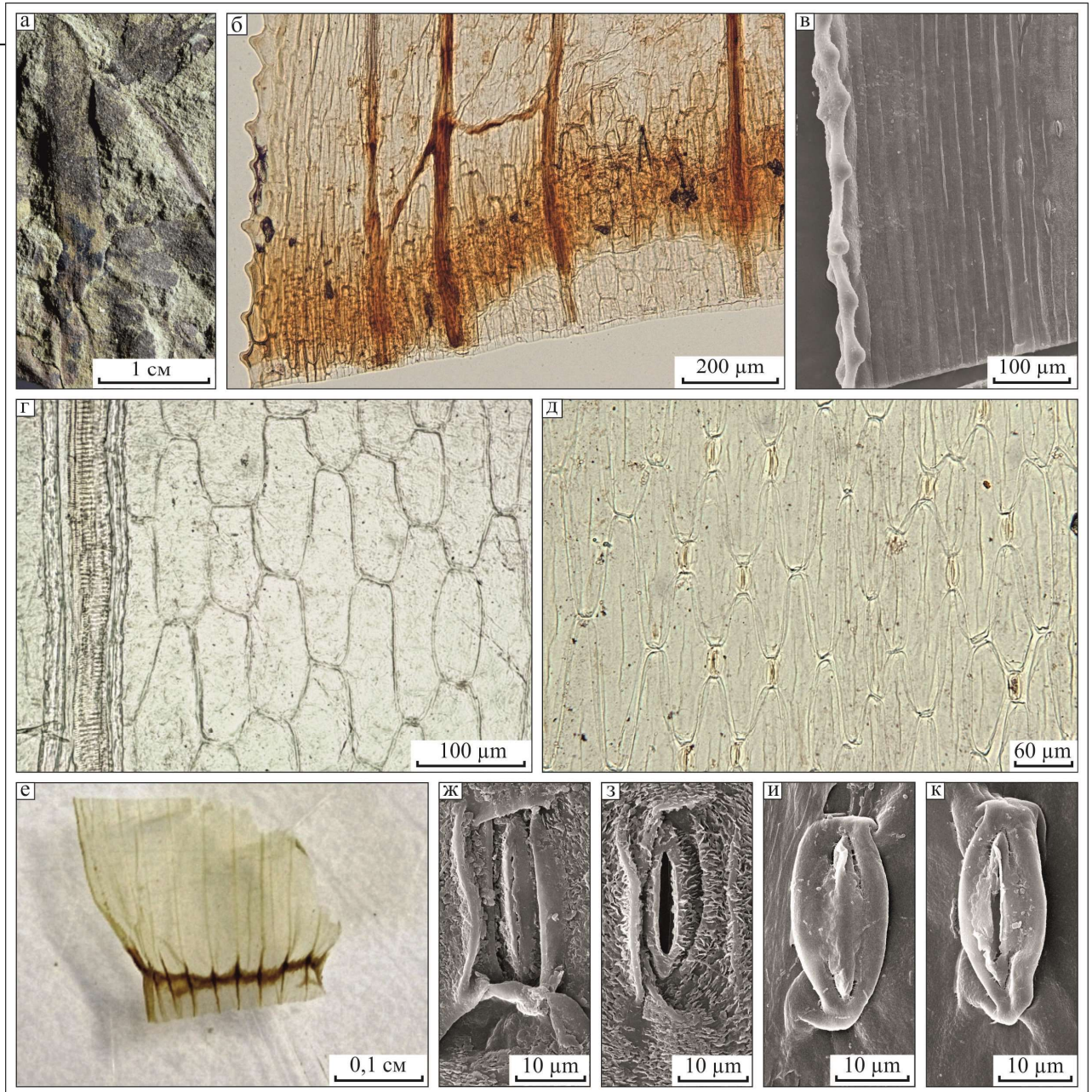
В 2018 году в среднеюрских (аален) отложениях Восточной Сибири (Иркутский угленосный бассейн) нами были обнаружены фрагменты линейных цельнокрайних листьев с параллельными жилками. Ископаемые остатки листьев с подобной морфологией обычно принадлежат к таким широко распространенным в мезозое родам как *Pseudotorellia*, *Sphenobaiera*, *Eretmophyllum*, *Phoenicopsis* и *Podozamites*. Изучение фитолеймы обнаруженных листьев выявило наличие у них влагилишно-пластинчатого сочленения, анастомозов между жилками, аномощных устьиц, ромбовидных основных клеток эпидермы, двух рядов клеток с крупными папиллами, идущими по краю листа (Рис. 1). Некоторые из этих признаков встречаются и у голосеменных растений. Так параллельное

жилкование с анастомозами известно у родов *Ctenis*, *Stangeria* (Cycadales). У *Slivkovia* и *Dicranophyllum* (Dicranophyllales) вдоль края листа наблюдаются ряды «микрорубчиков» (Meuен, 1987), которые могут быть сопоставлены с рядами папилл, наблюдаемых на изученных нами листьях. На этом их сходство исчерпывается.

Наличие влагилишно-пластинчатого сочленения, наблюдаемого на микропрепаратах обнаруженных нами макроостатков, свидетельствует о том, что листья были влагилишными. Это не свойственно для споровых и голосеменных растений. Кроме того, у голосеменных устьища, как правило, имеют хорошо выраженные побочные клетки. У изученных нами образцов клетки, примыкающие к замыкающим, не отличаются от основных клеток эпидермиса, в связи с чем, их нельзя считать типичными побочными клетками. Такой устьичный аппарат относится к аномощному типу и наиболее характерен для однодольных растений.

Оригинальная совокупность признаков, наблюдаемых у обнаруженных нами листьев, не позволяет отнести их к известным споровым и голосеменным растениям, причем как к ныне живущим, так и ископаемым.

Изученные образцы имеют некоторое сходство с травянистыми покрытосеменными (*Yuhania daohugouensis* Liu & Wang и *Juraherba bodae* Han & Wang), которые описаны из среднеюрских (келловей) отложений Китая (Wang, 2018). Листья *Yu. daohugouensis* линейные, цельнокрайние, влагилишные, с параллельным жилкованием. Однако в отличие от нашего материала у *Yu. daohugouensis* отсутствуют анастомозы между жилками, а основные клетки эпидермы узкие и прямоугольные. *Ju. bodae* отличается узкими линейными листьями с единственной срединной жилкой и прямоугольной формой основных клеток эпидермы. Таким образом, листья из Иркутского угольного бассейна имеют ряд характерных особенностей, которые выделяют их из небольшого числа известных среднеюрских покрытосеменных.



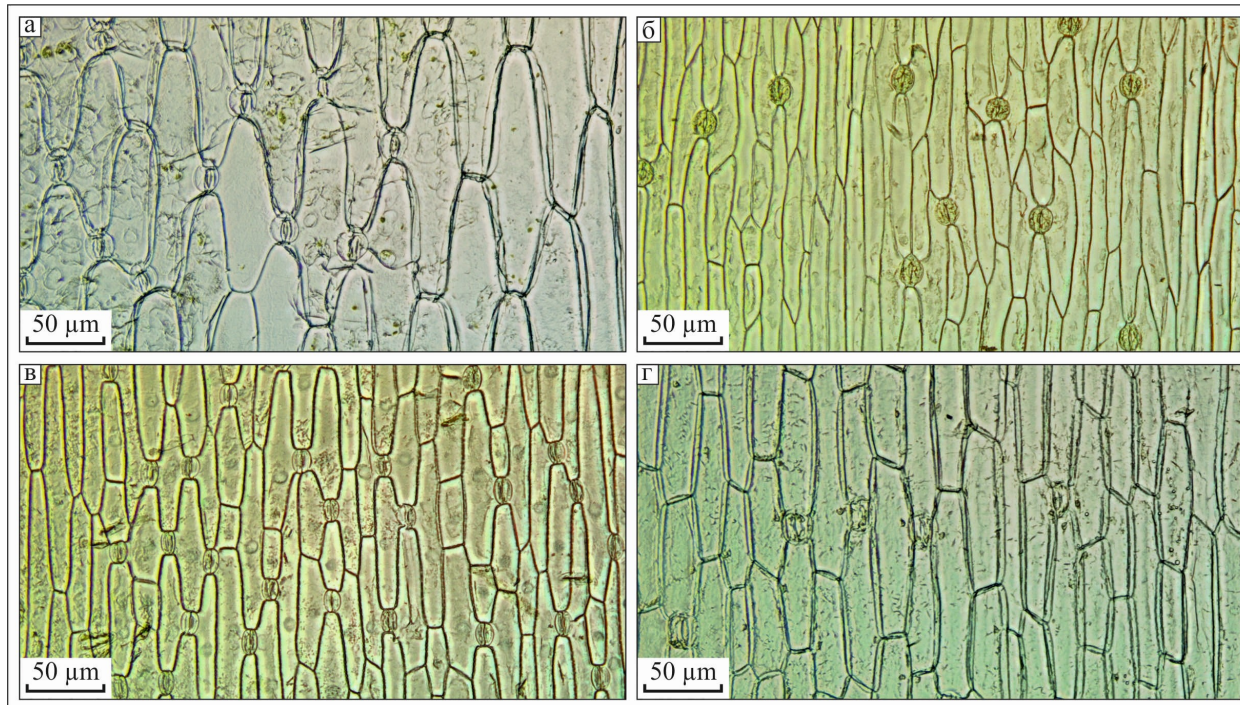
**Рис. 1.** Строение листьев вероятно покрытосеменного растения из среднеюрских отложений Иркутского угольного бассейна

а – отпечаток листа; б – нижняя поверхность эпидермы, видны анастомозы между жилками и папиллы, идущие вдоль края; в – край листа с двумя рядами папилл (СЭМ, вид снаружи); г – основные клетки верхней эпидермы и спиральные трахеиды проводящего пучка; д – основные клетки нижней эпидермы; е – листовая кутикула (у нижнего края наблюдается утолщенная темно-бурая полоса, в области которой лист слегка перетянут и свернут полукругом – область влагалищно-пластинчатого сочленения); ж, з – устьица (СЭМ, вид снаружи); и, к – замыкающие клетки устьиц (СЭМ, вид изнутри).

Линейные, цельнокрайние, влагалищные листья с параллельным жилкованием, продольной ориентировкой эпидермальных клеток и чередованием устьичных и безустьичных полос характерно для однодольных растений. Для сравнительного анализа обнаруженного юрского растения с современными однодольными нами изучено строение эпи-

дермы представителей порядков Аировые (Acorales), Частуховые (Alismatales), Диоскореццветные (Dioscoreales), Панданоцветные (Pandanales), Лилиецветные (Liliales), Спаржецветные (Asparagales), Коммелиноцветные (Commelinales), Имбирецветные (Zingiberales) и Злакоцветные (Poales). Последовательность перечисленных порядков приводится по сте-





**Рис. 2.** Эпидерма некоторых представителей порядков Asparagales (а–в) и Liliales (г) (однодольные), имеющая наибольшее сходство с эпидермой листьев из средней юры Иркутского угольного бассейна

а – *Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques; б – *Convallaria majalis* L.;  
в – *Iris ruthenica* Ker.-Gawl.; г – *Zigadenus sibiricus* (L.) A. Gray.

пени родства в соответствии с таксономической системой классификации цветковых растений (APG IV, 2016).

Максимальное сходство в строении эпидермы ископаемый материал имеет с представителями порядка Asparagales: *Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques, *Convallaria majalis* L., *Iris pseudacoris* L., *I. ruthenica* Ker.-Gawl. Среди представителей порядка Liliales, изученных нами, подобное строение эпидермы обнаружено у *Zigadenus sibiricus* (L.) A. Gray. Сходство заключается в одинаковом строении устьичных аппаратов, продольной ориентировки основных клеток эпидермы и параллельном жилковании листьев (Рис. 2).

Наличие вышеуказанных признаков позволяет предположить, что обнаруженное юрское растение может принадлежать однодольным. Однако, у нашего растения известны только листья и не ясно, обладало ли оно закрытыми семяпочками? Вопрос этот принципиален, поскольку мы имеем дело с очень древней находкой. В качестве главного критерия, позволяющего с большой уверенностью отнести ископаемые остатки растений к покрытосеменным, предложено наличие закрытых семяпочек (Wang, 2018). Находки растений, у которых присутствие закрытых семяпочек не доказано, но наблюдаются другие признаки, совокупность которых харак-

терна для современных покрытосеменных, предложено называть «типологическими покрытосеменными» в отличие от «филогенетическими покрытосеменными». Следуя предложенному принципу, мы относим обнаруженные нами листья к «типологическими покрытосеменными» на основании уникального сочетания признаков, характерных для однодольных растений.

#### Литература

- Liu Z.-J., Wang X. A perfect flower from the Jurassic of China // *Historical Biology*. 2016. Vol. 28. No. 5. P. 707–719.
- The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV: [англ.] // *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2016. V. 181. No. 1. P. 1–20.
- Wang X., Duan S., Geng B., Cui J., Yang Y. *Schmeissneria*: A missing link to angiosperms? // *BMC Evolutionary Biology*. 2007. V. 7. No. 14. <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/7/14>.
- Wang X. The dawn angiosperms uncovering the origin of flowering plants. Second edition. Springer International Publishing AG, 2018. 424 pp.
- Zeng L., Zhang Q., Sun R., Kong H., Zhang N., Ma H. Resolution of deep angiosperm phylogeny using conserved nuclear genes and estimates of early divergence times // *Nature Communications*. 2014. 5:4956.

## Angiosperm plant fossils from the Middle Jurassic sediments of Eastern Siberia

Frolov A.O.<sup>1</sup>, Enushchenko I.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of the Earth's crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk; [frolov88-21@yandex.ru](mailto:frolov88-21@yandex.ru)

<sup>2</sup> Limnological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk; [deschampsia@yandex.ru](mailto:deschampsia@yandex.ru)

In the Middle Jurassic (Aalenian) sediments of the Irkutsk Coal Basin, linear whole-marginal leaves with parallel veins were found. As a result of the study of the leaf cuticle, it was revealed that the plant had leaf sheaths, anastomoses between the veins of leaves, anomocytic stomata, and diamond-shaped main cells of the epidermis. Such a combination of characters is widespread in modern monocotyledonous plants and is absent in sporeal and gymnosperm plants. The fossil material has the maximum similarity in the structure of the epidermis with taxa of the orders Asparagales and Liliales. Due to the lack of evidence of a closed ovule in this find, we consider it possible to attribute it to typological angiosperms on the basis of the unique leaf structure characteristic of monocotyledons. It is noteworthy that the discovered leaves differ significantly from the herbaceous angiosperms known in the Middle Jurassic, such as *Juraherba* and *Yuhania*. This find is the first discovered in Siberia.