

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/266395534>

Usage of x-ray microtomography in carpological studies of Umbelliferae family

Conference Paper · October 2014

DOI: 10.13140/2.1.1951.1046

CITATIONS

0

READS

33

2 authors:



[Alexey Pakhnevich](#)

Russian Academy of Sciences

102 PUBLICATIONS 54 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Dmitry Lyskov](#)

Lomonosov Moscow State University

3 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНОВСКОЙ МИКРОТОМОГРАФИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
КАРПОЛОГИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ЗОНТИЧНЫЕ (UMBELLIFERAE)
USAGE OF X-RAY MICROTOMOGRAPHY IN CARPOLOGICAL STUDIES OF
UMBELLIFERAE FAMILY**

Д.Ф. Лысков¹, А.В. Пахневич²

D.F. Lyskov¹, A.V. Pakhnevich²

¹ Moscow, M.V. Lomonosov Moscow State University, df.lyskov@yandex.ru

² Moscow, A.A. Borisyak Paleontology Institute, alvpb@mail.ru

Зонтичные (*Umbelliferae/ Apiaceae*) – семейство двудольных растений, насчитывающее около 460 родов и более 3600-3700 видов [1]. Большинство зонтичных являются травянистыми растениями, редко (в тропиках и субтропиках) кустарники и невысокие деревья. Семейство космополитное, однако, большая часть разнообразия сосредоточена во внетропических областях северного полушария [2]. Представители семейства зонтичных во всех своих частях содержат секреторные каналцы, содержащие эфирные масла или смолообразные вещества. Наличие этих веществ обуславливает разнообразное хозяйственное применение зонтичных. Представители семейства широко используются как эфирномасличные, пищевые, лекарственные и технические растения [3, 4].

Попытка систематизировать это семейство была первой монографией по какой-либо группе растений вообще [5]. Различные авторы в своих работах опирались на различные признаки и их совокупности: наличие и строение обертки, оберточки, морфология лепестков и плодов, строению карпофора, комиссуры и смолоносных каналцев и ребер плодов, форма эндосперма, наличие кристаллов в перикарпе.

Система предложенная О. Drude в “Die Pflanzenfamilien” [6] (1897-1898) вобрала в себя многое от предыдущих исследований и стала основой для изучения систематики зонтичных. Основным объектом исследований являются плоды, их морфология и анатомия. Обычной методикой исследования морфологии и анатомии плодов стало изучение их поперечных срезов. Данный метод позволяет оценить самые важные характеристики: форму эндосперма на поперечном срезе, число и расположение смоляных ходов и проводящих пучков, размер клеток экзокарпа, длину комиссуры. Срезы делаются опасной бритвой от руки или же на микротоме. Однако при приготовлении препаратов часто возникают трудности. Срезы сделанные вручную часто не обладают достаточной тонкостью, чтобы выявить мелкие детали строения. При работе на микротоме часто возникают проблемы с артефактами,

вызванные наличием перемежающихся мягких и плотных тканей, которые не могут быть порезаны одинаково качественно. Данные проблемы разрешаются при использовании рентгеновской микротомографии. Метод позволяет получать виртуальные срезы без разрушения тканей и изменения внутренней конформации объекта. Для многих видов это практически единственный способ изучить внутреннее строение плодов (figure 1).

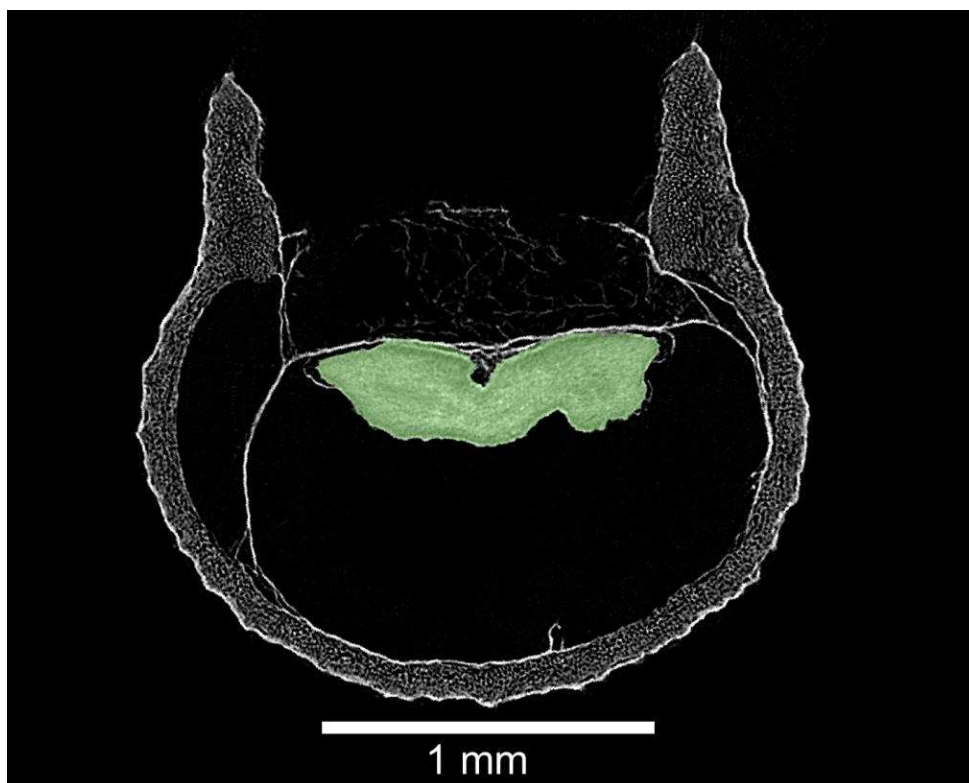


Fig. 1. Cross-section of *Bifora radians* M.Bieb. mericarp. Endosperm colored green.
Skyscan 1172.

Микротомография имеет ряд преимуществ по сравнению с классическими методами изучения плодов. На получаемых виртуальных срезах отсутствуют изменения в конформации внутренних тканей плода, нежные части не повреждаются. При виртуальном изучении объекта не требуется готовить рисунки, схемы и другие иллюстрации, которые также могут приводить к ошибочным представлениям об объекте. Плод исследованный на томографе однажды позволяет в дальнейшем сделать не только одну серию виртуальных срезов, но новые серии срезов в любых направлениях. Виртуальные микротомографические срезы обладают значительным разрешением, а следовательно, подробностью. Такая подробность

позволяет рассмотреть структуры ранее не отмечавшиеся (например мелкие секреторные каналцы) и точно проводить их учет (figure 2).

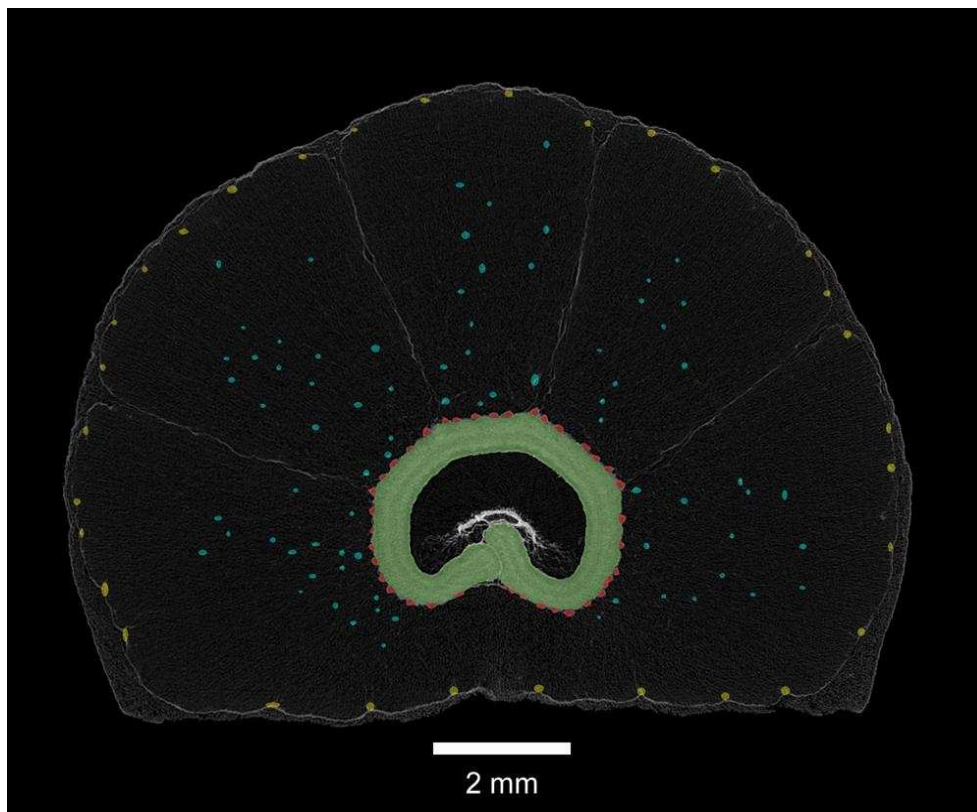


Fig. 2. Cross-section of *Cachrys laevigata* Brouss. ex Ball mericarp. Endosperm colored green, vascular bundles – yellow, cyclic vittaes – red, mesocarpic vittaes – blue. Skyscan 1172

Стоит отметить, что в большинстве своем плоды зонтичных являются удобным объектом для микротомографических исследований. Практически все они обладают небольшими размерами, подходящими под размеры камеры микротомографа. Мерикарпии в зрелом состоянии становятся предельно сухими, соответственно в ходе анализа в микротомографе они не могут изменить конформацию как другие мягкие ткани растений, которым необходима фиксация. Плоды достаточно хорошо контрастируются несмотря на то, что являются органическими структурами. По-видимому не последнюю роль в этом играет различная плотность структур и соединений, образующих внутренние ткани плода.

Так как методика рентгеновской микротомографии не требует повреждения или разрушения материала, то она может быть использована для уникальных объектов, например для типового материала или же просто редких сборов. Таким образом мы можем узнать о внутреннем строении плодов типовых образцов, что позволяет более

точно описывать виды и избегать ошибок в правильности их определения и разграничении близких таксонов.

Следующим шагом на пути внедрения томографических методов в систематику зонтичных станет получение подробных трехмерных реконструкций плодов. На данном этапе станет возможным анализ пространственной структуры секреторной и проводящей систем. В настоящее время существуют методики вычленения секреторной системы из плода, но они сложны в применении и позволяют увидеть лишь наиболее крупные каналы, в то время как мелкие остаются неизученными. Микротомография напротив, позволяет изучить даже самые незначительные части секреторной системы, выявить анастомозы и разветвления, которые вполне могут послужить в дальнейшем новыми систематическими признаками (figure 2).

Однако для беспрепятственного внедрения микротомографии в эту область знания требуется разобраться и с некоторыми проблемами, возникшими при проведении исследований. Одной из главных трудностей является низкая контрастность паренхиматозных тканей. Оболочки клеток паренхимы не содержат лигнина или других плотных соединений, соответственно на виртуальных срезах такие клетки очень слабо различимы (figure 1). Для решения этих проблем в будущем планируется апробировать различные варианты контрастирования объекта, которые широко распространены в зоологии. Также серьезной проблемой является возникновение артефактов на границах контрастных объектов и воздушной среды. Возможно, данную проблему удастся решить путем помещения объекта исследования в более плотную среду. Так же планируется разработать методику изучения объектов, состоящих в основном из мягких тканей, способы их фиксации и сохранения.

[1] [M.G. Pimenov, M.V. Leonov. The genera of *Umbelliferae* // Kew: Royal botanic gardens, 1993, 164 p.](#)

[2] A.L. Takhtajan. Flowering Plants, 2nd ed. // Berlin: Springer, 2009, С. 478-484.

[3] М.Г. Пименов, Ю.Е. Скляр. *Apiaceae*, Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование, Т.4 // Ленинград: Наука, 1988, С. 68-177.

[4] Б.К. Шишкин. *Umbelliferae*, Флора СССР, Т.16 // Ленинград: Изд-во АН СССР, 1951, С. 58-583.

[5] R. Morison. Plantarum Umbelliferarum distribution nova // Oxford, 1672, 91 p.

[6] C.G.O. Drude. *Umbelliferae*, Die Natürlichen Pflanzenfamilien, Т.3 // Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1898, S 63-250.