

С. В. Викулин

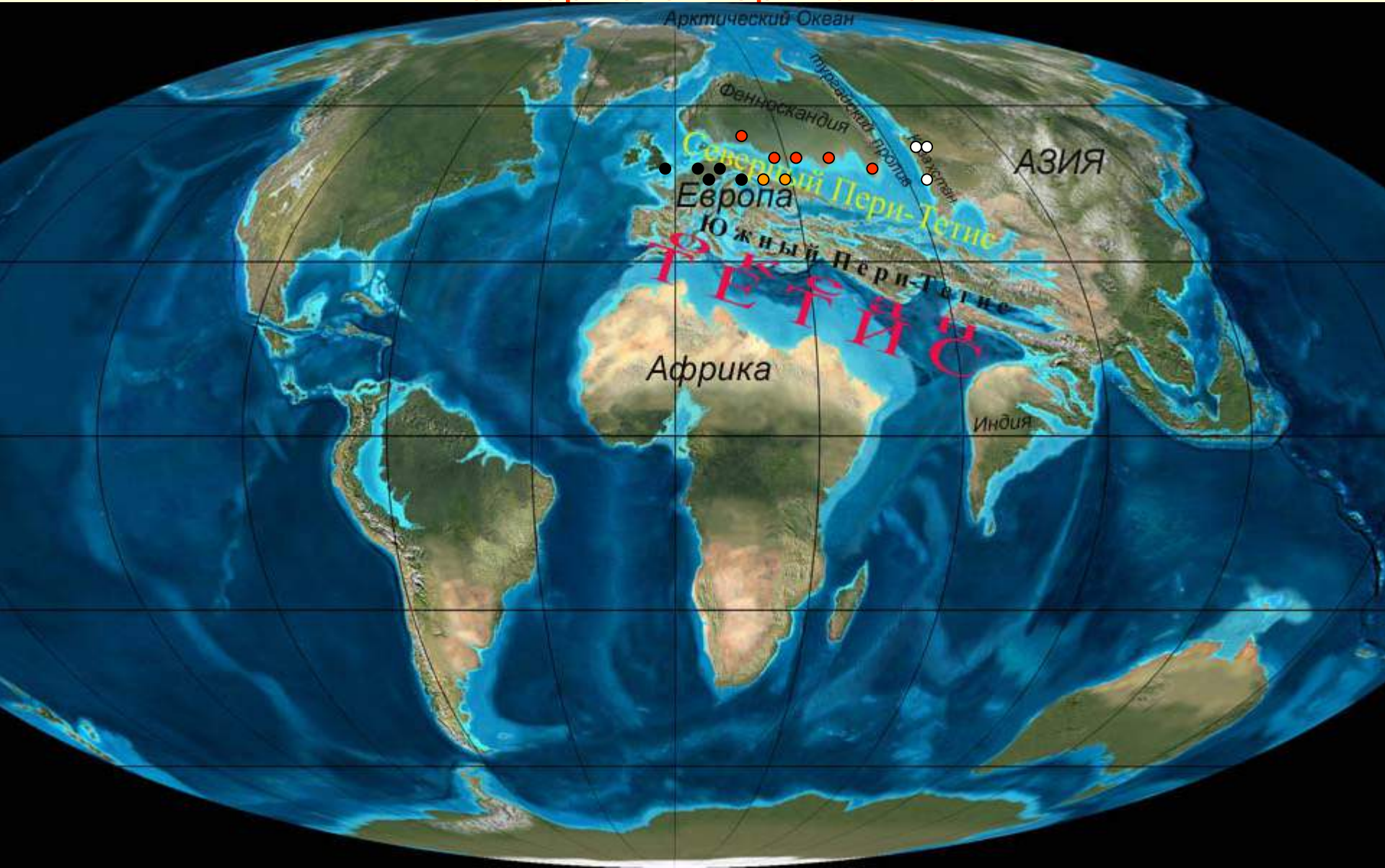
Лаборатория Палеоботаники

*ФБОУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,
Санкт -Петербург*

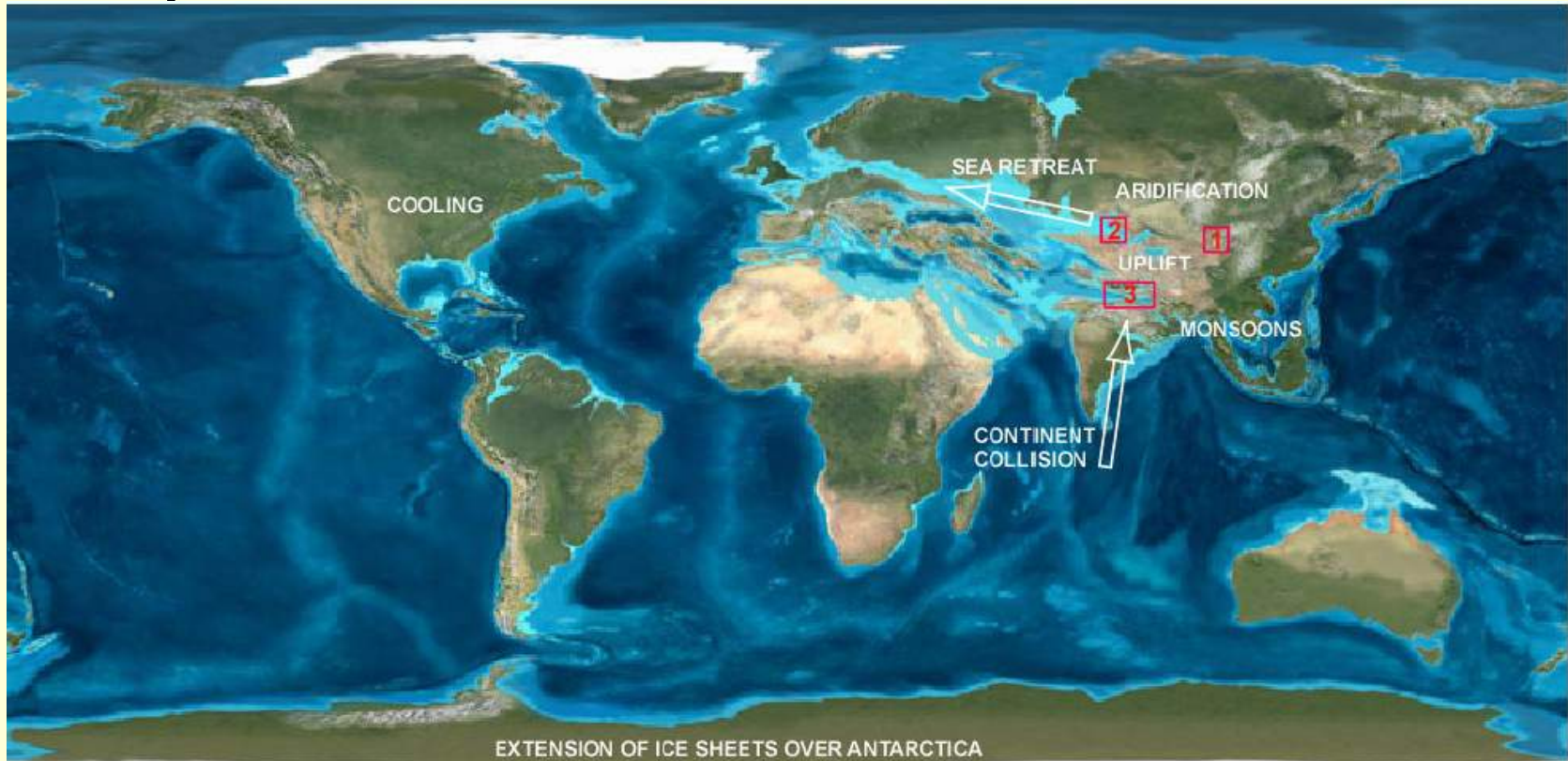
*Ископаемые макрофиты
палеогеновых бассейнов
северного Перитетиса
(докладчик А. Н. Ефремов)*

обзор

Тропический океан Тетис в раннем Палеогене: эпиконтинентальные мелководные моря северного Перитетиса



Поздний эоцен: завершающая фаза развития палеогенового Тетиса



Развитие меридиональной системы морских проливов и заливов эпиконтинентальных морей в Палеогене Северной Евразии

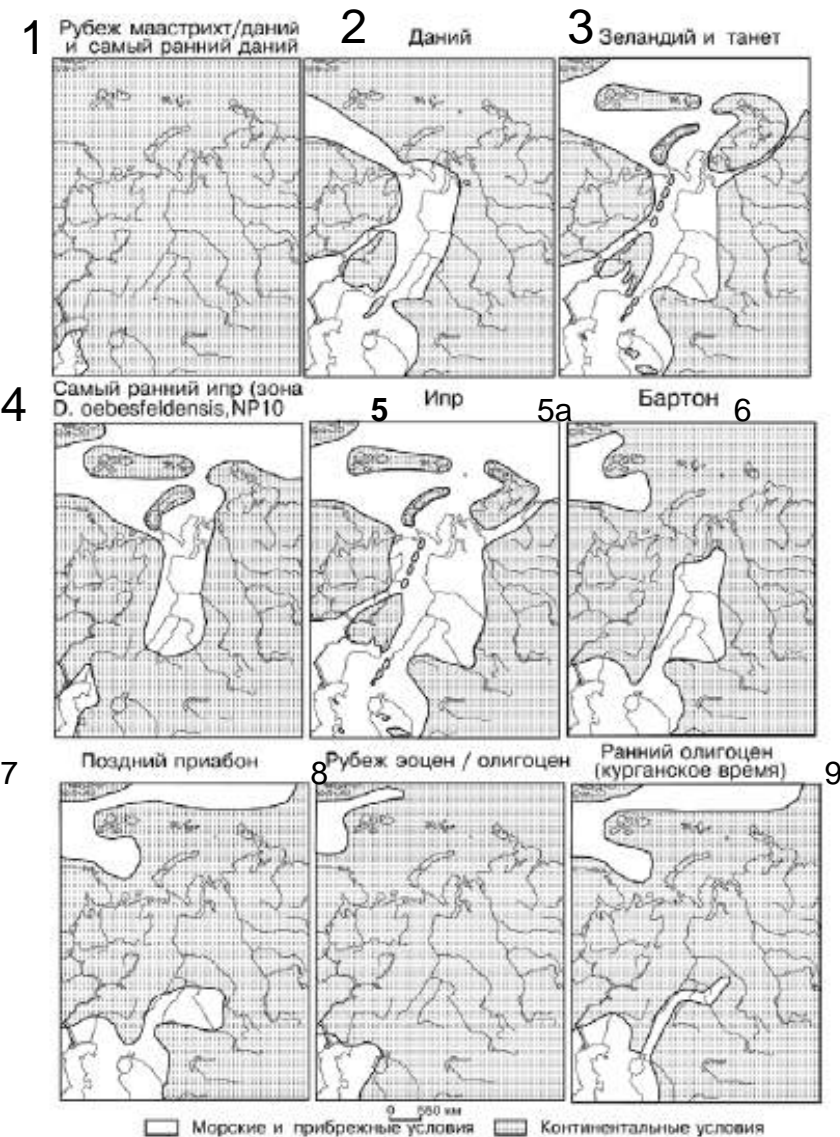


Рис. 15. Динамика развития меридиональной системы проливов и морей в палеогене Северной Евразии.

After Beniamovskiy, 2007

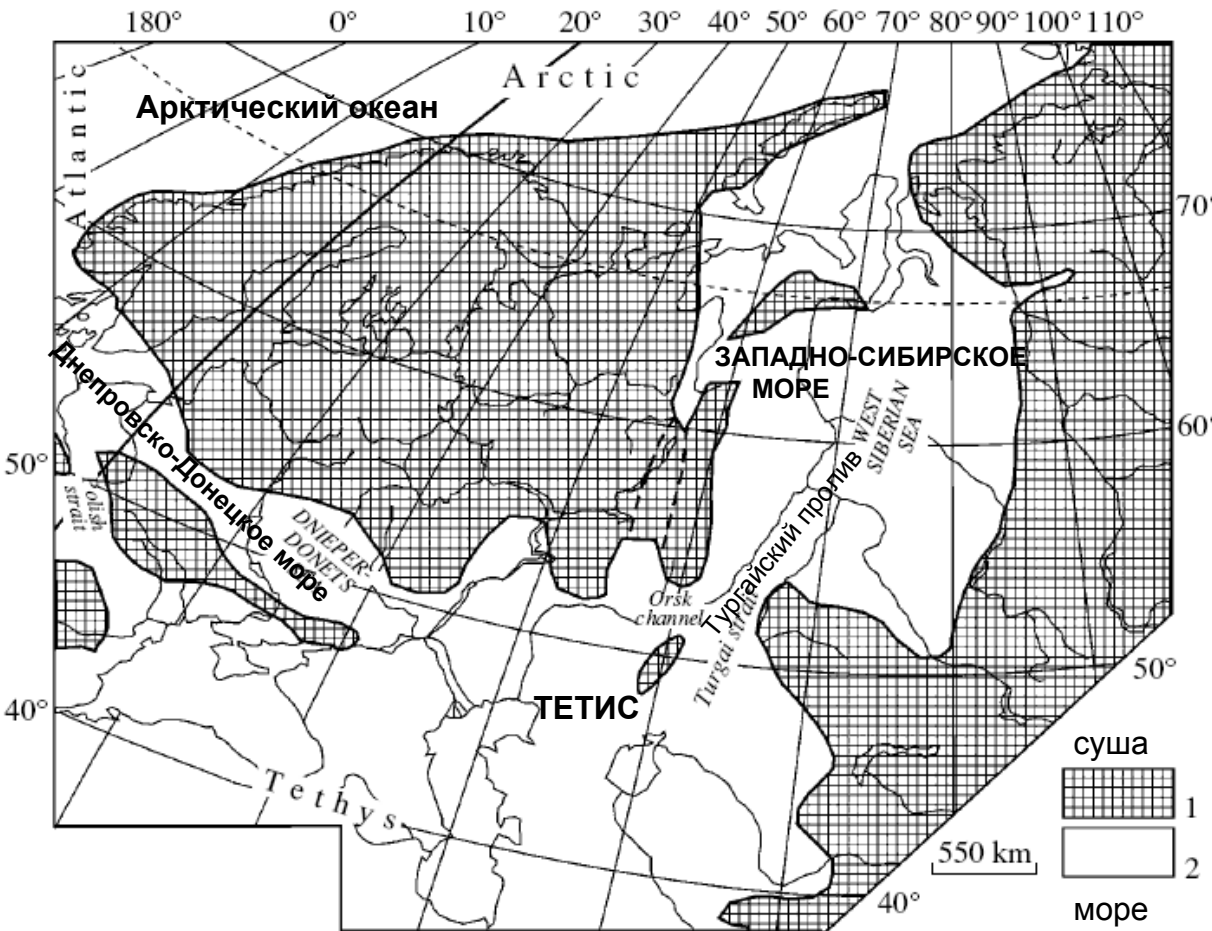
epicontinental seas in Paleogene of Northern Eurasia

1. Самый ранний палеоген [К/Т]: теплоумеренный климат. Континентализация обширных пространств во внетропической Евразии в раннедатское время [палинологические данные] вызвала появление умеренных мигрантов во флоре раннего палеогена центральных регионов Внетропической Евразии
2. Даний. Открытие морского пути, обеспечивающего теплоперенос в полярные области путем соединения Западно-Сибирского моря, нижневолжского бассейна Восточно-Европейского моря с предуральским бассейном.
3. Зеландий и танет: расширение Западно-Сибирского моря на юго-восток и запад в направлении Днепровско-Донецкого бассейна.
- 4-5. Поздний Танет-ранний Ипр :Стадия глобального потепления на рубеже Палеоцена-Эоцена – Усиление связей с океаном Тетис. Теплый гумидный климат на берегах эпиконтинентальных морей способствовало развитию субтропической растительности.
- 5 а- Ипр-Лютет: **70%** Западной Сибири было покрыто огромным эпиконтинентальным морем.
- 6-7. Barton-Приабон. Потеря связи арктического бассейна с Тетисом.
Отступление эпиконтинентального моря.
- 8-9. Рубеж эоцена и олигоцена. Ранний олигоцен. Море полностью покидает Западную Сибирь и Тургай.

моря Северного Перитетиса в раннем палеогене

Западной Евразии **PETM** термальный максимум рубежа палеоцена и эоцена

THE PALEOCENE AND EOCENE IN THE RUSSIAN PART OF WEST EURASIA



Меридиональные и широтные коммуникационные системы и развитие морских бассейнов в Западной Евразии в раннем Палеогене

1) суша; (2) море.
по Беньямовскому (2003, 2007)

Meridional (West Siberian sea, Turgai strait, Orsk channel) and latitudinal (Dnieper–Donets sea, Pripyat strait) communication systems and evolution of sea basins and straits in West Eurasia during the Early Paleogene (after Beniamovski, 2003):

PETM Sea way communications of Northern Peritethys in Western Eurasia

after Beniamovskiy, 2007

палеогеографическая схема распространения 'Тетисовой флоры' в раннем палеогене Евразии



Распространение мангровой растительности в период термального максимума теплой биосферы: Эоцен, 55 млн. лет

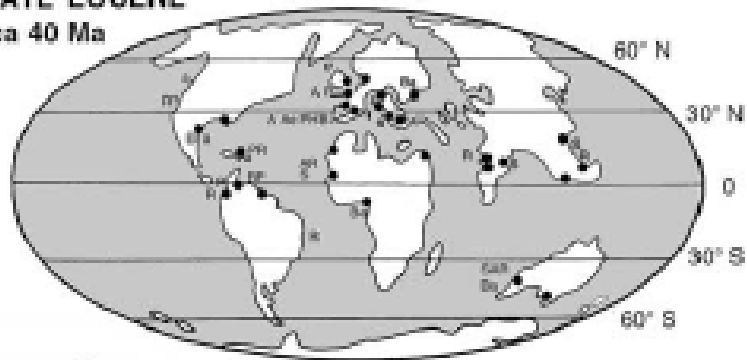
EARLY EOCENE

ca 50 Ma



MIDDLE AND LATE EOCENE

ca 40 Ma



- | | | |
|---|--|------------------------|
| • <i>Nypa</i> | C <i>Ceriops</i> | Ae <i>Aegiceras</i> |
| S <i>Sonneratia</i> | A <i>Avicennia</i> | H <i>Heritiera</i> |
| R <i>Rhizophora</i> -ceae | a <i>Acrostichum</i> | B <i>Brownlowia</i> |
| B <i>Bruguiera</i> & aff. <i>Bruguiera</i> | P <i>Peltocera</i> | Ba <i>Barringtonia</i> |
| W <i>Palaeowetherelia</i> & <i>Wetherelia</i> | *P* <i>Proxapertites, Psitricolponites</i> | |

Jean-Claude Plaziat et al., 2001

- **History and biogeography of the mangrove ecosystem, based on a critical reassessment of the paleontological record**
- *Wetlands Ecology and Management* **9**: 161–179, 2001.
- © 2001 *Kluwer Academic Publishers*.

По данным изучения макрофлоры палеогена Западной Евразии

Викулин, 2015; Vikulin, 2014 было установлено:

В развитии флор бассейна северного пери-Тетиса, в процессе глобальных климатических изменений океанической циркуляции наблюдались следующие этапы развития климата и растительности

- 1) **Паратропический** в палеоцене и раннем эоцене (Болтышка, Канев, Поволжье и южный Урал), Казахстана Украины, Франциии, Бельгии Европейской России
- 2) **летневлажный Субтропический** с конца раннего эоцена до конца среднего эоцена (летние дожди) Италия: Volc бучакский ярус – Киев, Александрия, Каменка, Вислое, Белгород, **Муссонный тип климата и флоры**
- 3) **зимневлажный Средиземноморский**- Волынь (зимние дожди), Кочетын, Тим, Молтычи. Баки
- 4) **предтургайский** (гумидные переходный от субтропического к теплоумеренному) 5) **тургайский этап** – Змиев - теплоумеренный (Харьковск.обл.)

Этапы развития 'Тетисовых флор' Русской Равнины и Казахстана в Палеогене

Мил. лет	Эпоха (отдел)	Климат (фаза)	Экологический тип флоры	Примеры местонахождений	Ключевые (типичные) виды	
23,0 - 28,1	верхний Олигоцен Хатт	ТЕПЛО-УМЕРЕННЫЙ (сезонный)	IV	ТУРГАЙСКИЙ	ЗМИЕВ, Харьковская область Обедненный комплекс <i>Taxodium /Nyssa / Decodon</i>	
28,1 - 33,9	нижний Олигоцен Рюпель			Переходный к Тургайскому	ПАСЕКОВО Воронеж. обл. Хазельбах Светлогорск Отрадное Калининград область Термофильные лавровые, миртовые	<i>Arcytophyllum helveticum, Sequoia abietina, Taxodium balticum-Nyssa zhitinii, Acer, Populus, Alangium, Lauraceae Ericaceae gen. div.</i> реликты эоцена
33,9 - 38,0	Верхний эоцен Приабон			Предтургайский	ТИМ, Старе Седло, Кочетын, Карпиха, Тоцильница Молотычи, Жамантуз, Такырсор.	<i>Quercus pseudoneriifolia, Altingia = Steinhauera subglobosa</i> Разнообразие узколистных термофильных дубов
38,0 - 41,3	Средний эоцен Бартон	Средиземноморский, сезонный: влажная зима и сухое, жаркое лето	СУБТРОПИЧЕСКИЙ	ВОЛЫНСКИЙ	Исчезают анцестральные буквые	
41,3 - 47,8	Средний эоцен Лютет	Летневлажный сезонный преобладание осадков летом и отсутствие зимой		3	Киев, Павлоград Мессель, Гайзельталь	<i>Dryophyllum, Lythocarpus, Пальмы, лавровые, Миртовые, Мириковые</i> <i>Castanopsis</i>
47,8 - 56	Нижний эоцен Ипр	Паратропический		2	Каменка, Вислое, Белгород Караколь Казахстан	Архаичные Буквые <i>Ushia</i> Мангры Нура
56 - 59,2	верхний Палеоцен Танет	Паратропический	II	Гелинденский	Поволжье: Камышин Южный Урал: Романколь Канев болтышка	
59,2 - 61,6	палеоцен Зеландий			I	Преимущественно данные палинологии	Древние папоротники
61,6 - 66	палеоцен				Теплоумеренный гумидный	Примитивные цветковые и ПАПОРОТНИКИ



File:Wolf-River-swamp-North-Mississippi.jpg



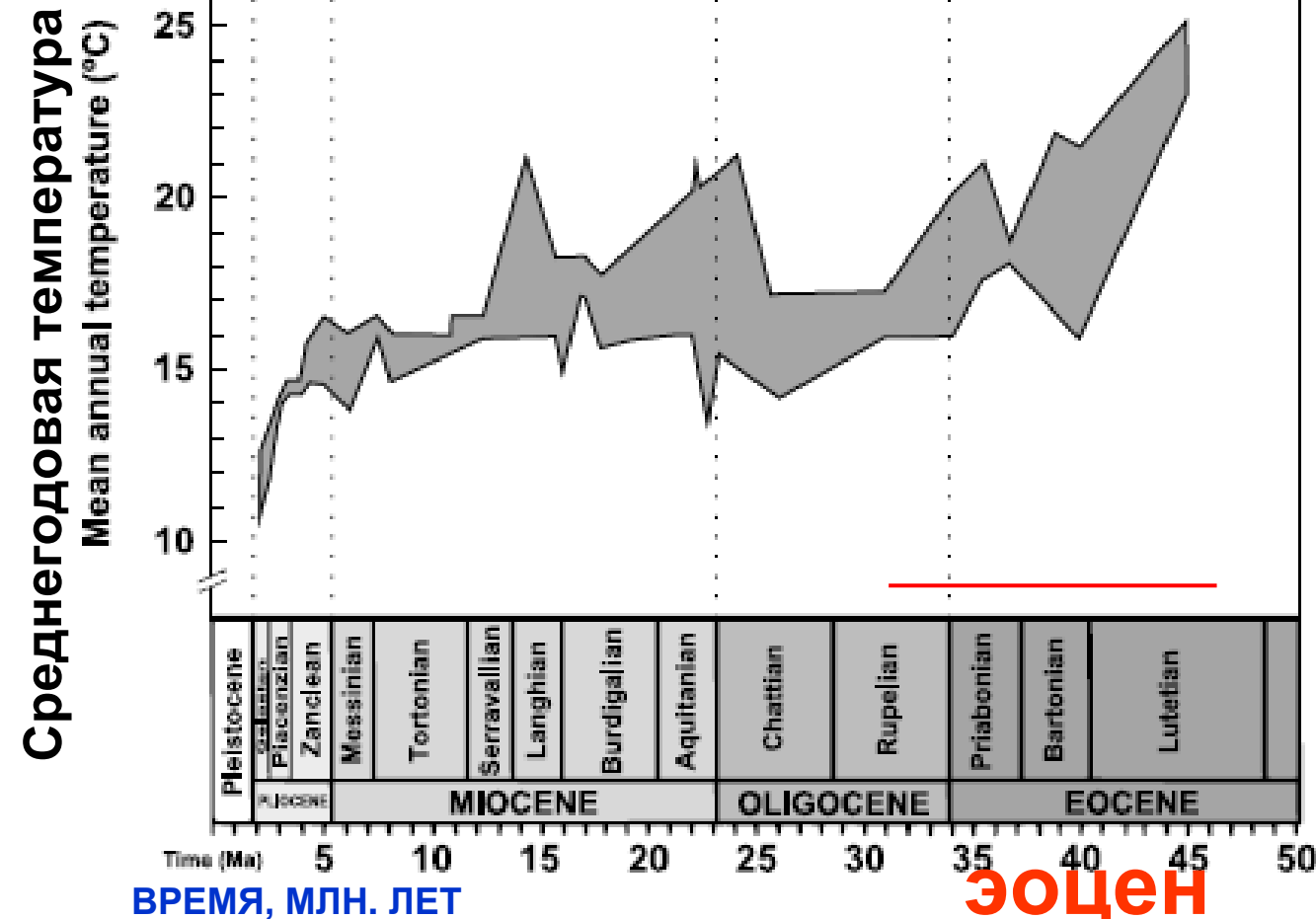
Бурые эоценовые угли Днепровско-Донецкого бассейна, с.эоцен, Александрия

Интенсивное углеобразование в период летневлажного сезонного климата среднего эоцена



Древние папоротники





Изменение среднегодовой температуры за последние 45 млн. лет.

по данным изучения состава палеофлор (по Mosbrugger et al., 2005)

Figure 13.1 Variation of mean annual temperatures in central Europe during the last 45 million years, as inferred from the composition of palaeofloras. The marked trend towards cooler conditions was mainly driven by lower winter temperatures, while summer temperatures remained relatively constant (i.e. increased seasonality). Modified from Mosbrugger et al. (2005).

Доминанты ранне палеогеновых флор западной Евразии

- Лавровые Lauraceae
- Буковые Fagaceae
- Вересковые Ericaceae
- Пальмы Arecaceae
- Субтропические и тропические папоротники, включая древовидные
- Морские травы встречаются в прибрежных, мелководных отложениях

Ископаемые прибрежные и морские растения древнего океана Тетис

- *Бурые водоросли Padina, Cystoseira, Sargassum и красные водоросли Delesserites*
- *Ископаемые мангры и пальмы Нура (Украина, Европа)*
- *Морские однодольные цветковые:*
Thalassodendron Италия; Thalassites parkavonensis Голландия; Phyllospadix или Posidonia Франция, Италия; эоценовая Posidonia parisiensis Франция, восточн. Урал, Курск. область; раннеолигоценовая Zostera kiewiensis Киев, Украина; Thalassites parkavonensis, эоцен Флориды, юго-восток США.

Ископаемые морские травы в третичных отложениях эпиконтинентальных мелководных морей северного Перитетиса



В тетисовой области были характерны мангры, пальмы Нура, прибрежная субтропическая растительность: древовидные папоротники, лавровые, миртовые, термофильные бобовые, фикусы





Пальма *Sabal haeringiana*
ucrainica Schm.
Палеоцен - Палеоген
С. Мисютино - Могилевское

Sabal haeringiana

- Север Украины:
Полесское,
окрестности
Чернобыля.
- Средний эоцен
(бучак)

THE BOLCA *Fossil-Lagerstätten*: A WINDOW INTO THE EOCENE WORLD



"Sala delle Palme"



Ископаемые
эоценовые
пальмы
из Монте
Больки в
музее
Геол.
факультета
Падуи,
Италия



Latanites maximiliani from the Oligocene of Sostizzo (Vicenza)

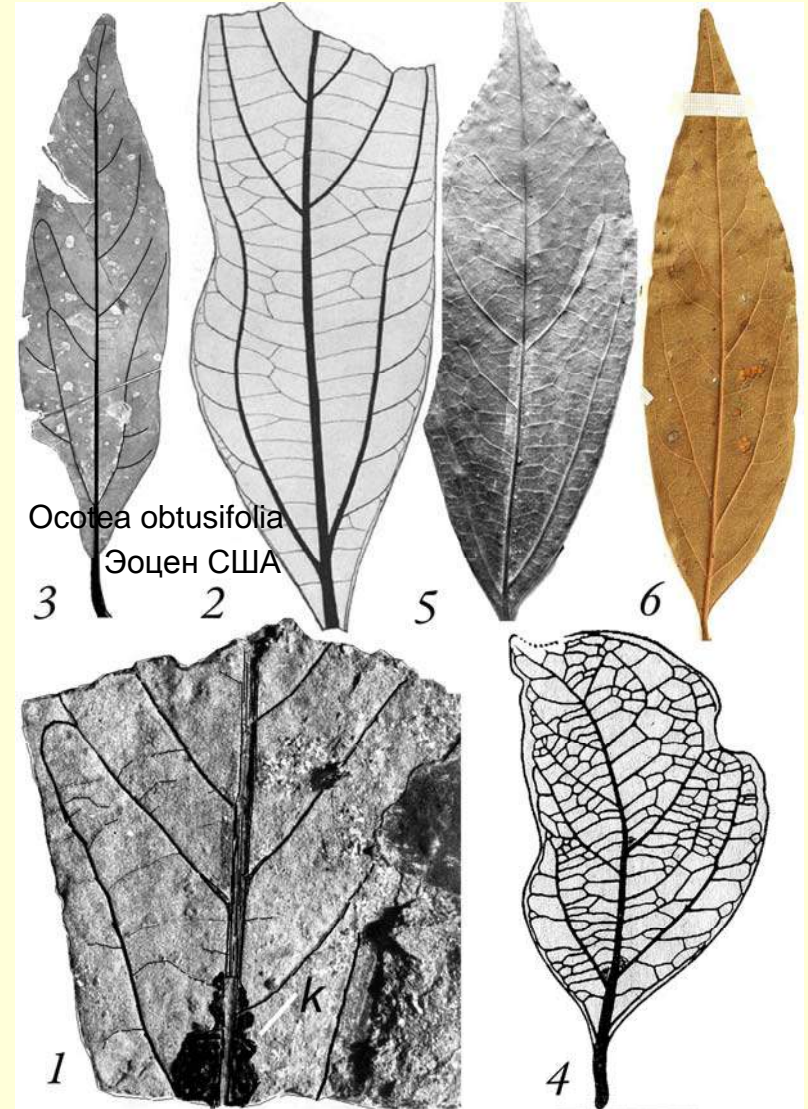
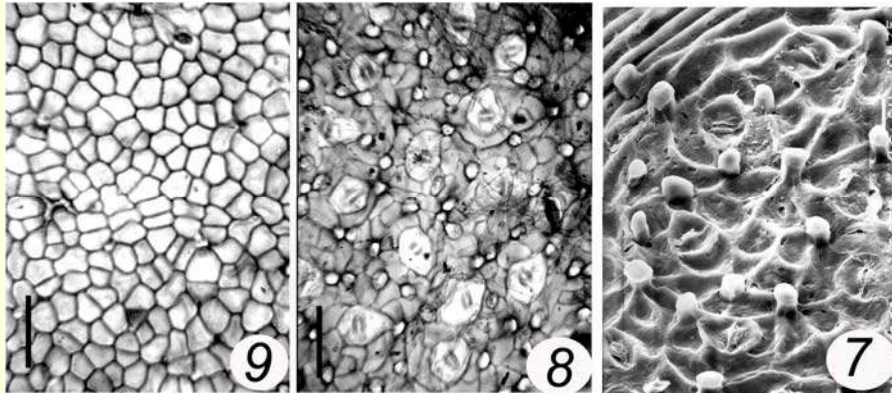
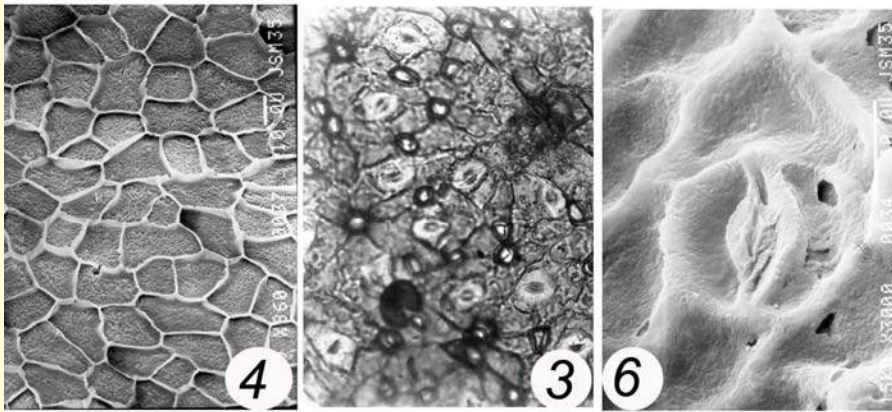
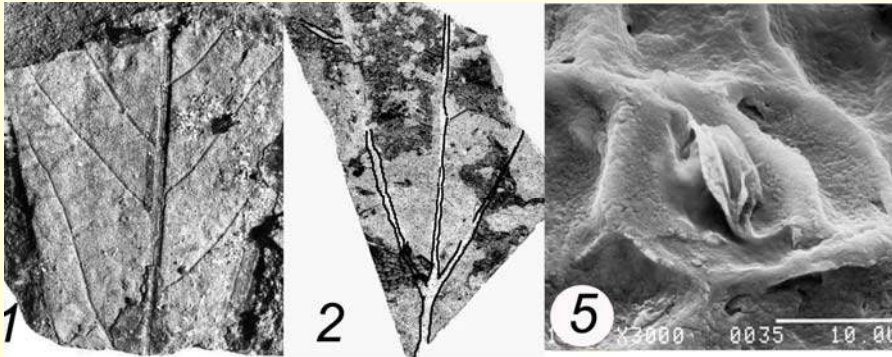
Ствол древовидного папоротника средний эоцен северной Украины

Mid Eocene of Northern Ukraine

Современный аналог



Эоценовые, олигоценовые и миоценовые представители сем.
Лавровых: *Ocotea rossica* Vikulin vs NLR



Ранний Олигоцен Пасеково

Средн миоцен Крымск

Миртовые в тетисовых флорах известны как по плодам, так и по листьям

Плоды *Leptospermites* cf. *scorarium*



средний эоцен
Волянь



Тропические бобовые Volca, Italy, early Eocene



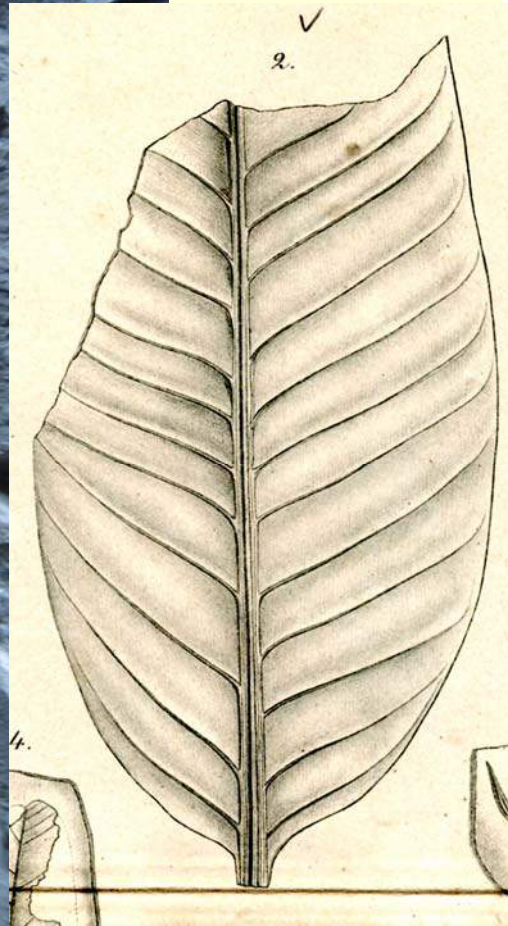
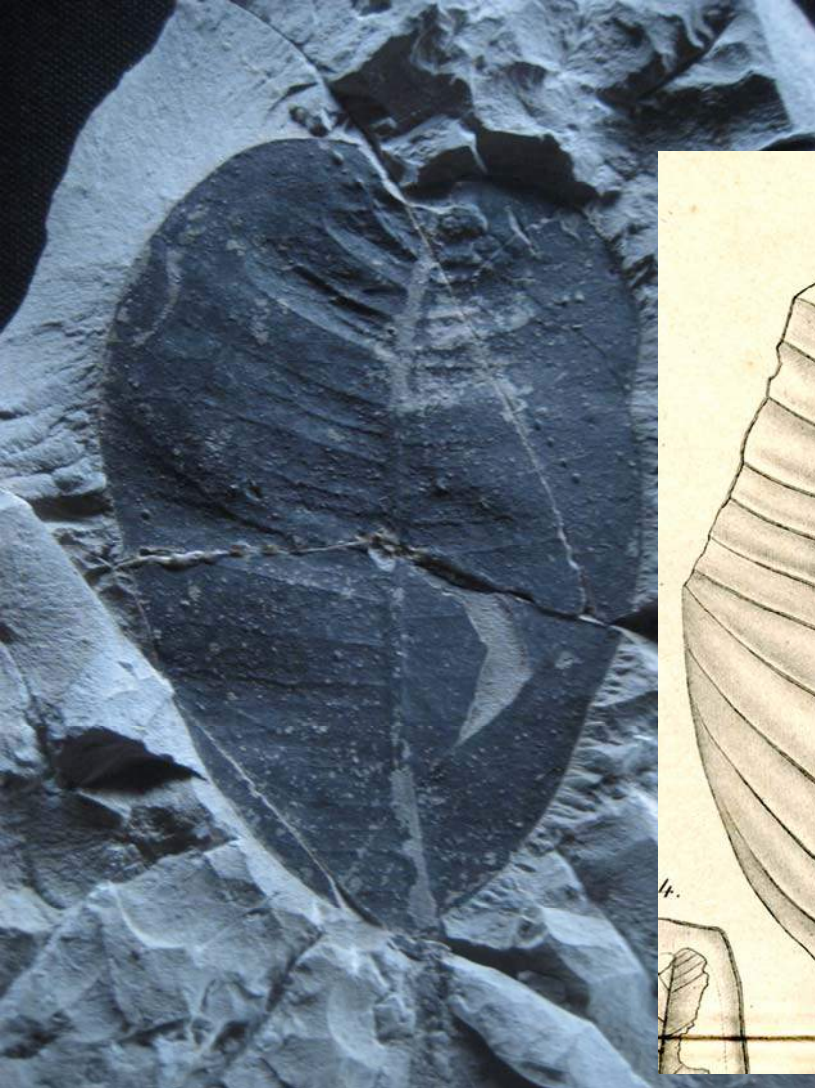
Ископаемая камедь –
смолистое вещество бобовых
диам. - 3.5 см

Непарноперистый лист Бобового *Leguminosae* sp.

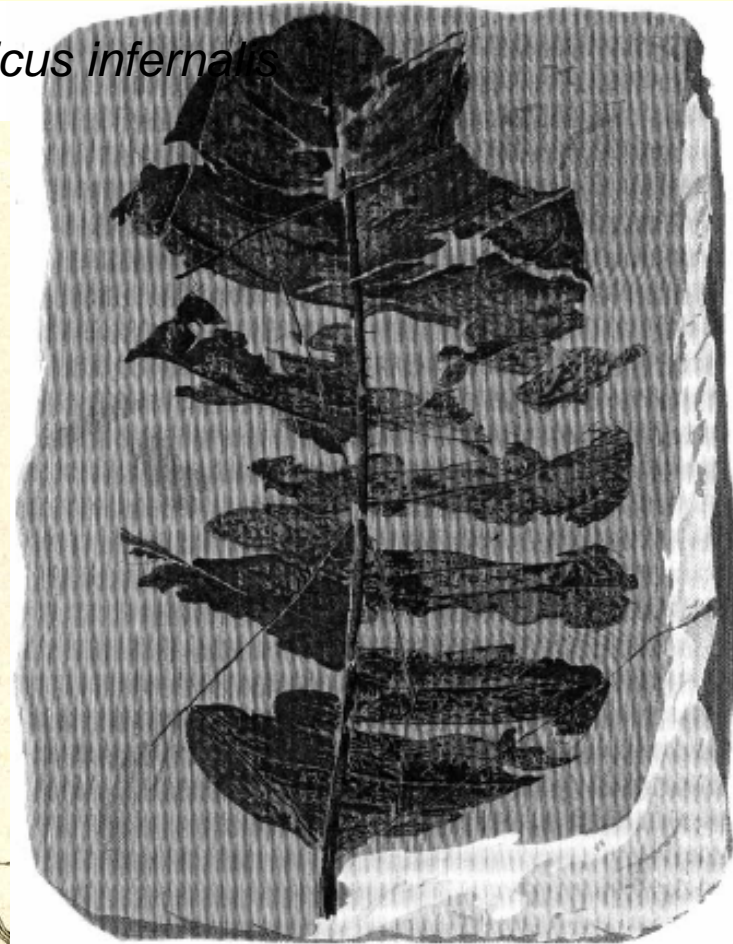
MORACEAE

cf. *Ficus benjaminea*

Тропические фикусы



• *Ficus infernalis*



• originale di De Visiani & Massalongo (1856).
Lutetian: Novale (Vicenza).

MORACEAE

Ficus bolcensis



Latellagnathus teruzzii Bannikov 2008



Лист *Dombeyopsis*/ *Grewia* vs *Cercidifillum*

Ископаемые морские травы



Seagrass foliage from the Maastrichtian type area (Maastrichtian, Danian, NE Belgium, SE Netherlands)

R.W.J.M. van der Ham ^{a,*}, J.H.A. van Konijnenburg-van Cittert ^{a,b}, L. Indeherberge ^c

Thalassotaenia debeyi Возраст : верхний мел,

Маастрихт

Van der Ham et Van Konijnenburg-
Van Cittert

сходство: Monocotyledonae, ?**Cymodoceaceae** / Posidoniaceae



Древнейшая находка
Морского водного
Однодольного
Из верхнего мела, сходство
С современными морскими травами



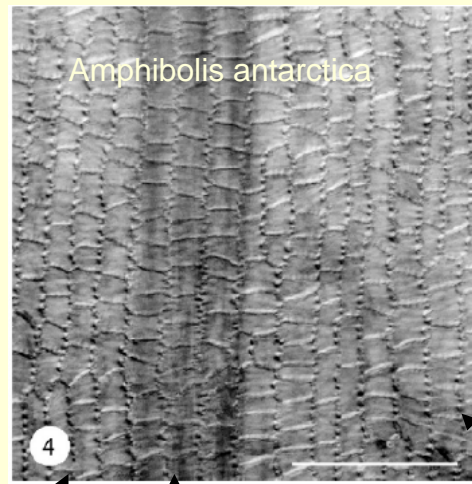
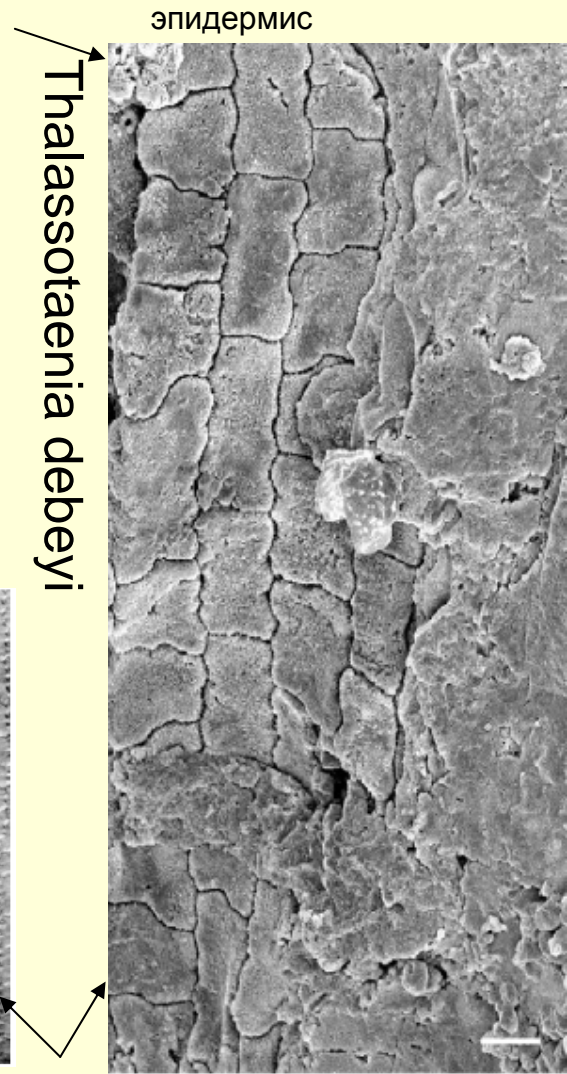
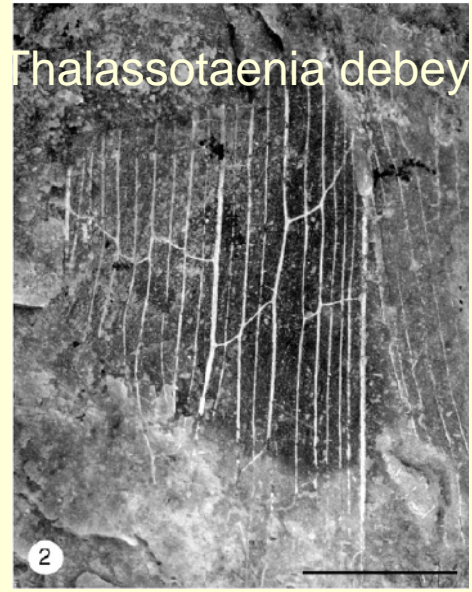
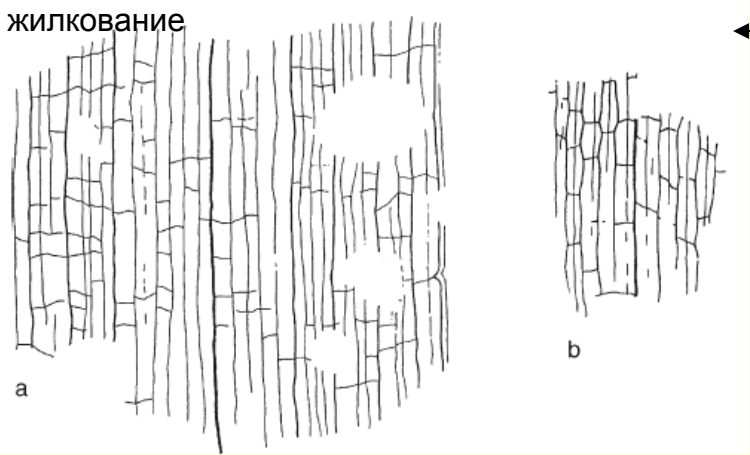
Cymodocaceae

Amphibolis antarctica

сходен с древним видом
извилистыми клетками эпидермы
листьев

Thalassotaenia debeyi, gen. et sp. nov., veins, alternating fiber strands and cross-veins.

Морские травы северного Перитеттиса.



Извилистые стенки эпидермиса

Amphibolis antarctica (Labill.) Sonder et Aschers., light micrographs of epidermis, showing rows of transversally to longitudinally elongate epidermis cells with straight to sinuous anticlinal cell walls



Тропический
флористический
комплекс
Монтеболка:
Италия, эоцен

a window into the Eocene World



Монтеболка
Италия

- *Delesserites* (red algae) attached to a common holdfast



- *Thalassodendron*
- *Phyllospadix* or *Posidonia*



Морские травы



Phyllospadix or *Posidonia*

- *Thalassodendron*

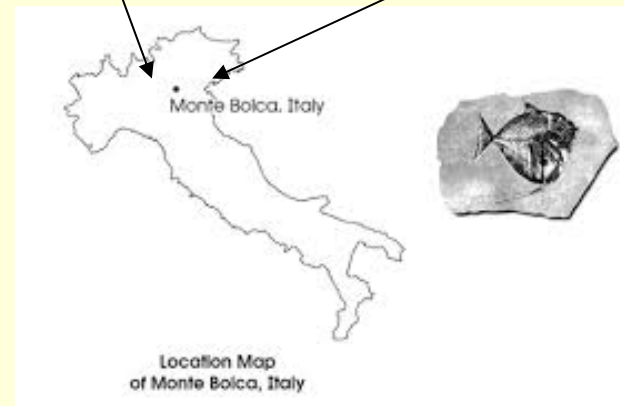
Ископаемые термофильные морские водоросли



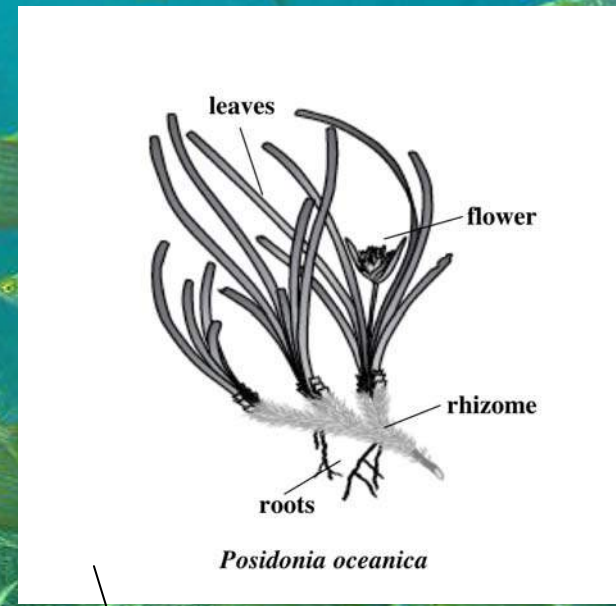
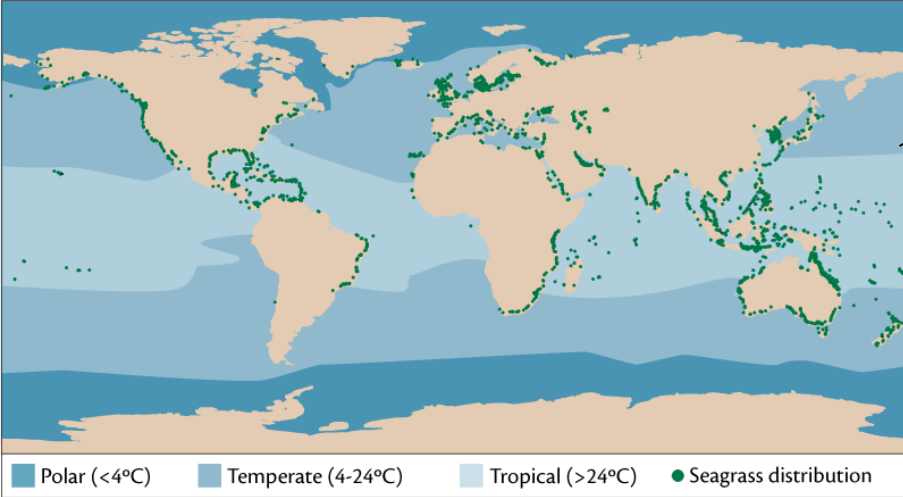
- ***Delesserites sp.*** Красная водоросль
- 15 cm, Ср. Эоцен, Ипр (56.0-47.8 m.y), Monte Bolca, Verona, Italy

← Монте-Болька – это самый ранний из известных древних коралловых рифов

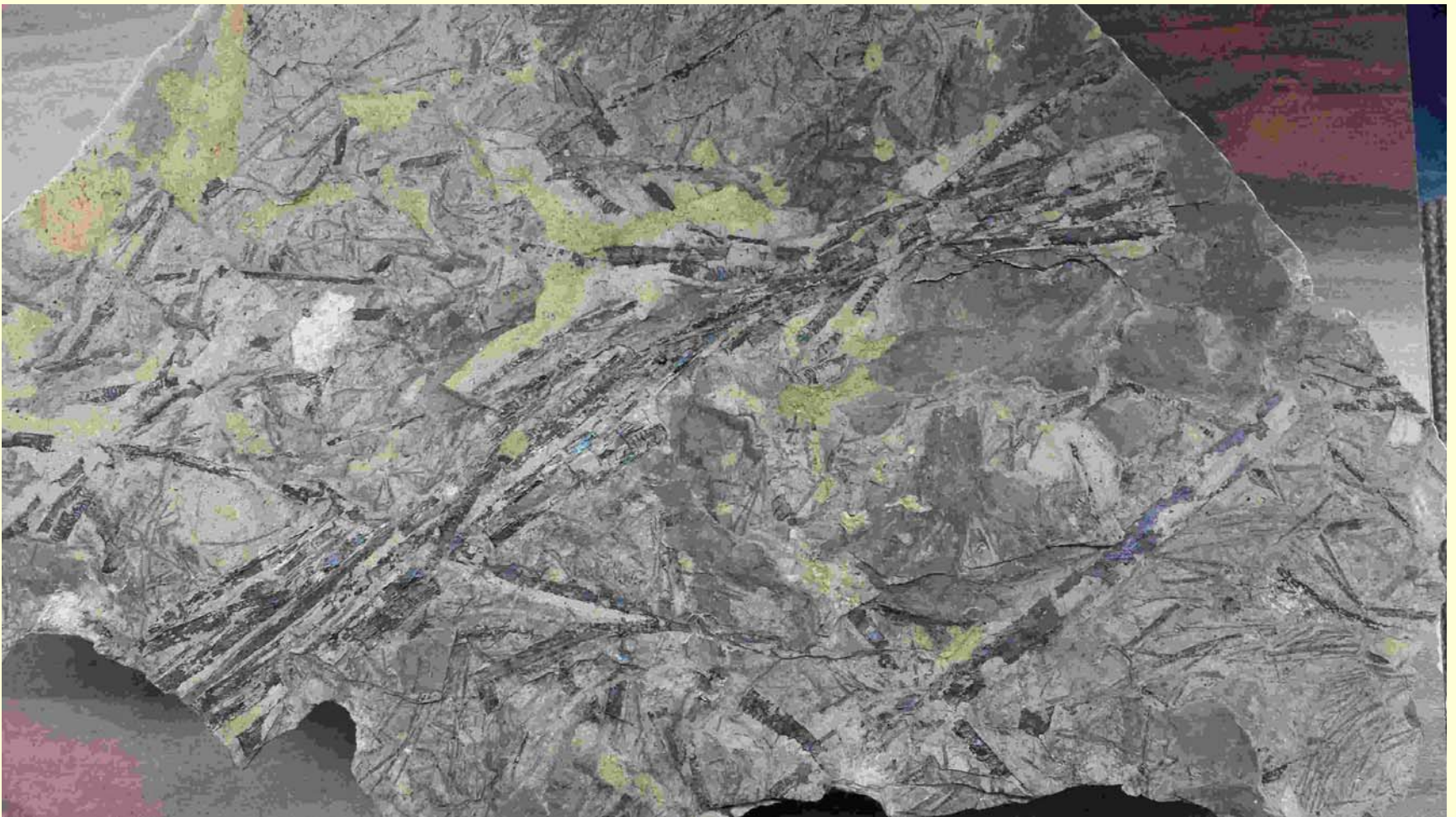
The Eocene of Monte Bolca:
the earliest coral reef



Современный ареал распространения морских трав



Posidonia oceanica



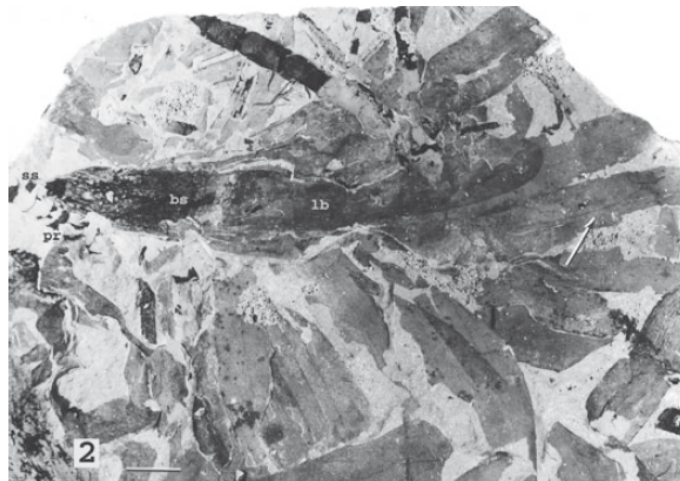
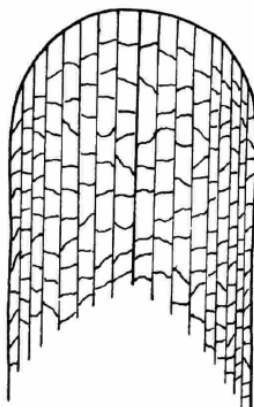
Thalassites parkavonensis

- A new hydrocharitacean seagrass from the [Eocene of Florida](#), Benzecry and Brach-Hanes, Botanical Journal of the Linnean Society, 2008, 157, p19-30.

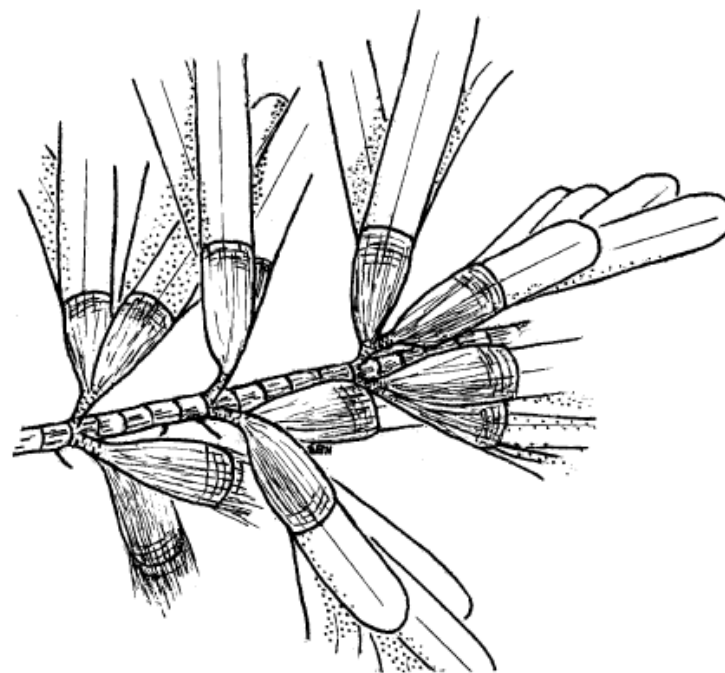
Hydrocharitaceae

Thalassites parkavonensis Benzecry et Brack-Hanes gen. et sp. nov. Eocene of Florida, Avon Park Formation

Fig. 1. Plagiotropic rhizome (pr) with closed nodal annular rings, small unbranched roots (r, arrows), paired (p, arrow) short shoots (ss) at nodes.



24 A. BENZECRY and S. D. BRACK-HANES



15

Figure 15. *Thalassites parkavonenses*. Reconstruction. Scale bar, 20 mm.

Botanical Journal of the Linnean Society, 2008, **157**, 19–30.

Figure 15. *Thalassites parkavonenses*. Reconstruction. Scale bar, 20 mm.

Fig. 2. Plagiotropic rhizome (pr) with closed nodal annular rings and short shoot (ss). Terminal cluster of strap-shaped leaves coming off short shoot (ss).

SPECTACULAR PRESERVATION OF SEAGRASSES AND SEAGRASS-ASSOCIATED COMMUNITIES FROM THE PLIOCENE OF RHODES, GREECE

PIERRE MOISSETTE,^{1*} EFTERPI KOSKERIDOU,² JEAN-JACQUES CORNÉE,¹ FRANÇOIS GUILLOCHEAU,³ and CHRISTOPHE LÉCUYER^{1,4}

¹ UMR CNRS 5125 PEPS, Université de Lyon I, 69622 Villeurbanne Cedex, France; ² Department of Historical Geology-Paleontology, University of Athens, Panepistimiopolis, Zografou, 15704 Athens, Greece; ³ Géosciences Rennes, UMR CNRS 6118, Université de Rennes I, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France; ⁴ Institut Universitaire de France, Paris
e-mail: Pierre.Moissette@univ-lyon1.fr

THE PLIOCENE OF RHODES, GREECE

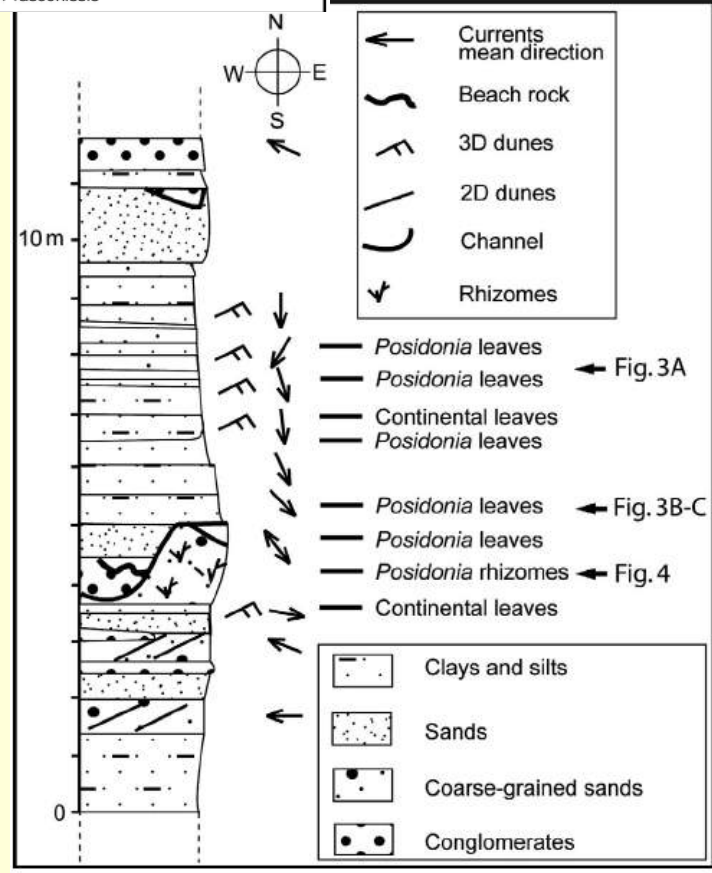
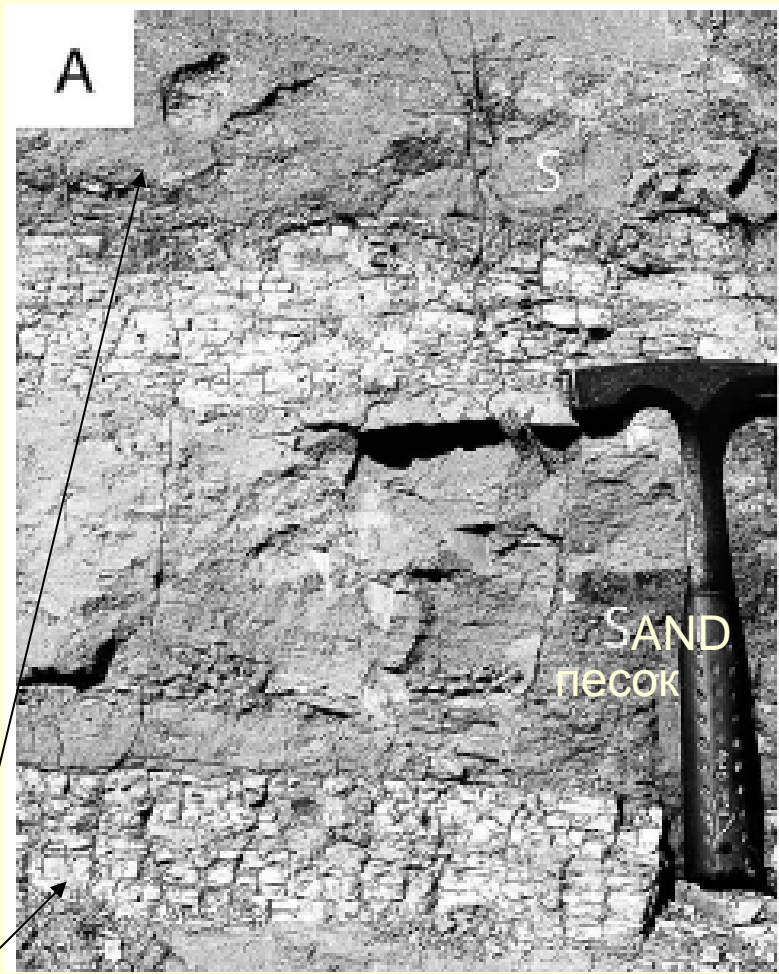
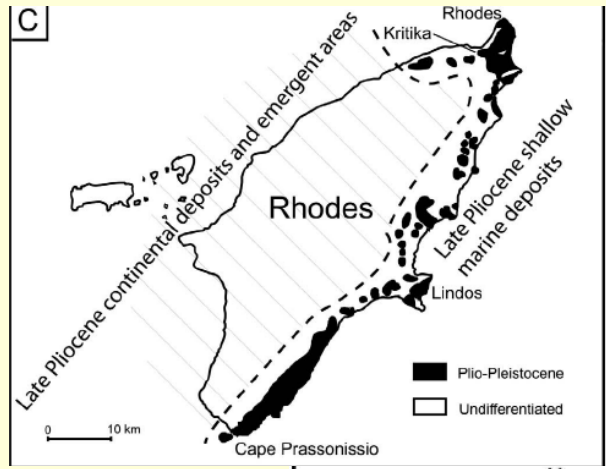


FIGURE 2—Detail log of seagrass-yielding beds in Kritika Bay.

Прослой с морскими травами
в плиоценовых отложениях Греции

THE PLIOCENE OF RHODES, GREECE

Posidonia oceanica

Стадии перехода в ископаемое состояние

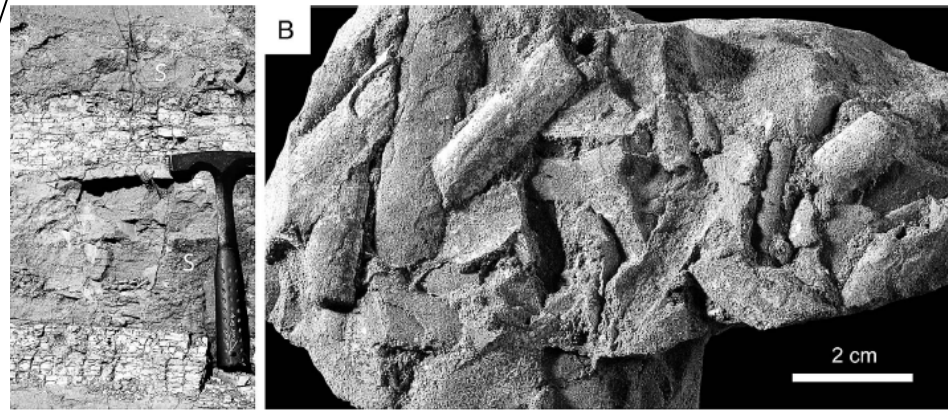
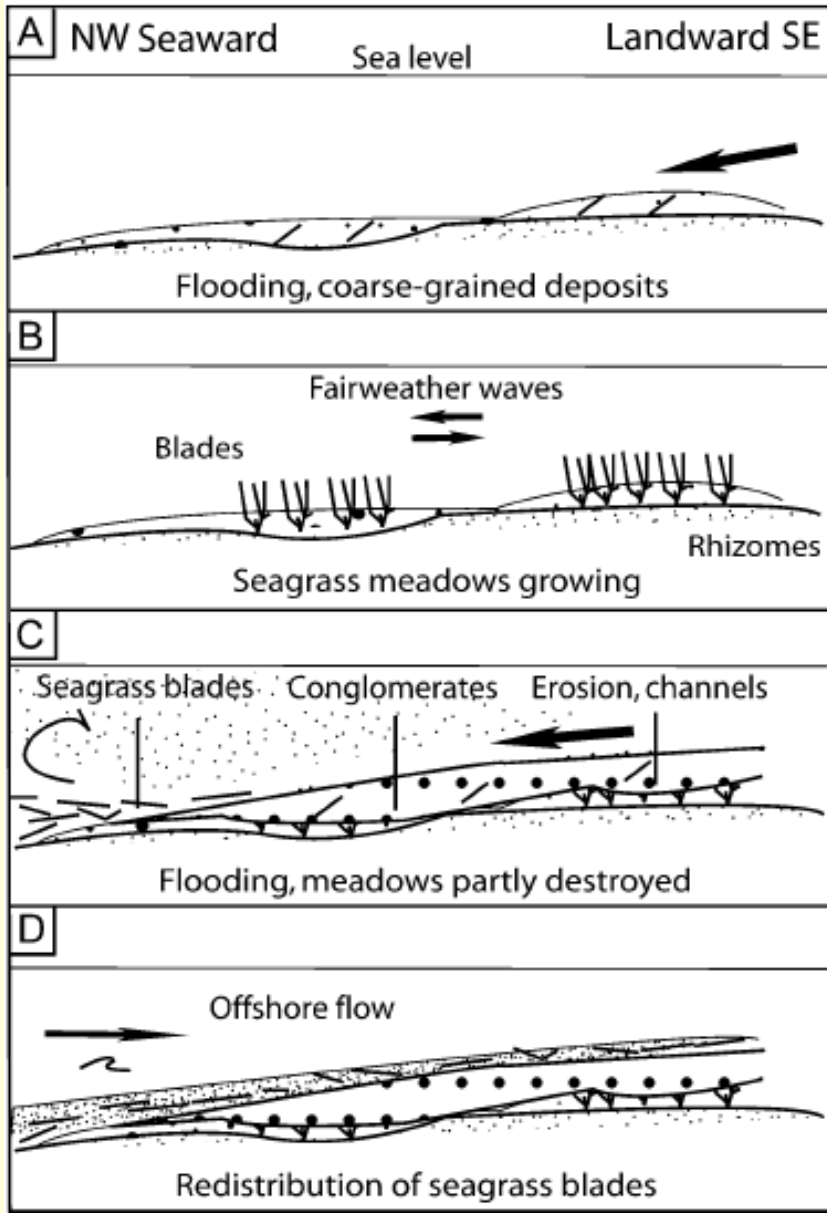
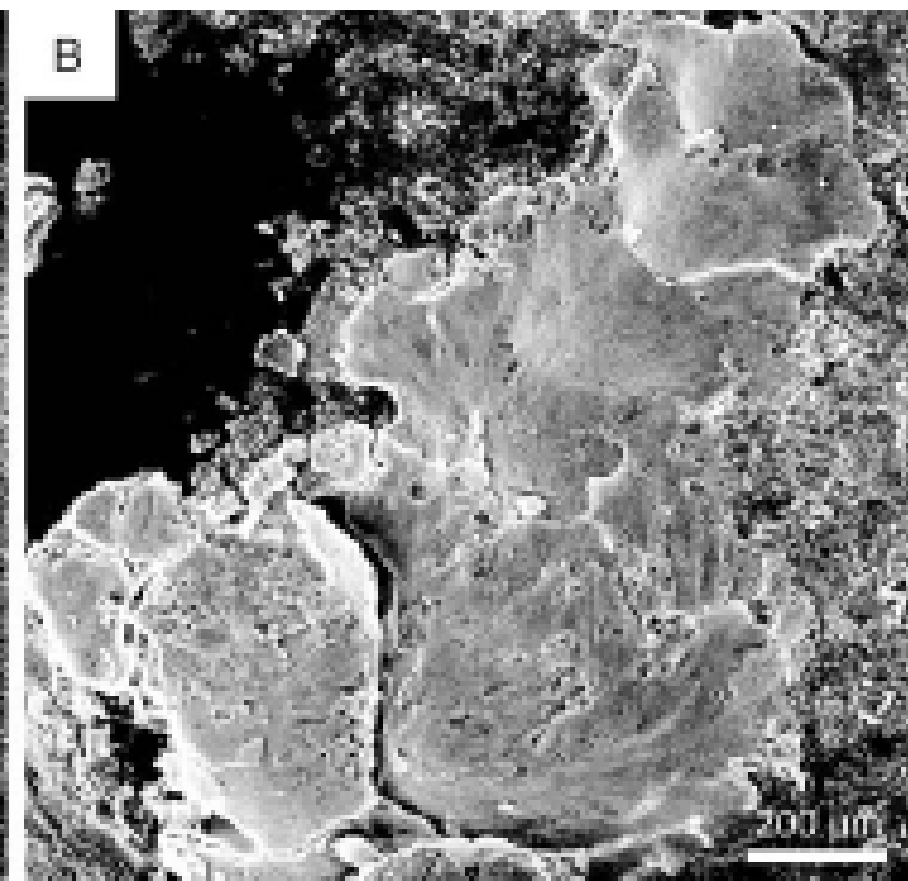
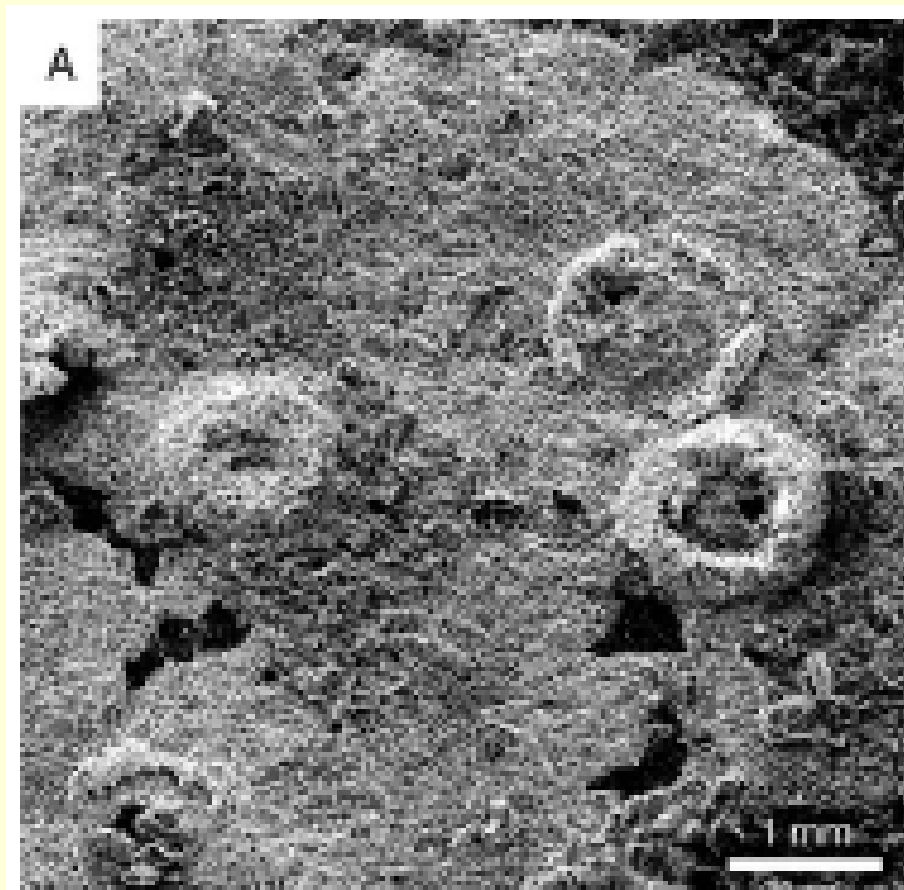


FIGURE 10—Reconstruction of depositional settings at different stages of seagrass bed formation. After A) initial flood event, B) seagrass community was established; C) it was subsequently destroyed and D) redistributed following another flood and storm event.

Отпечаток ископаемого листа

Encrusting calcareous algae on seagrass blades
эпифильные известковые микроводоросли
на листьях ископаемой посидони



A) *Dermatolithon litorale*

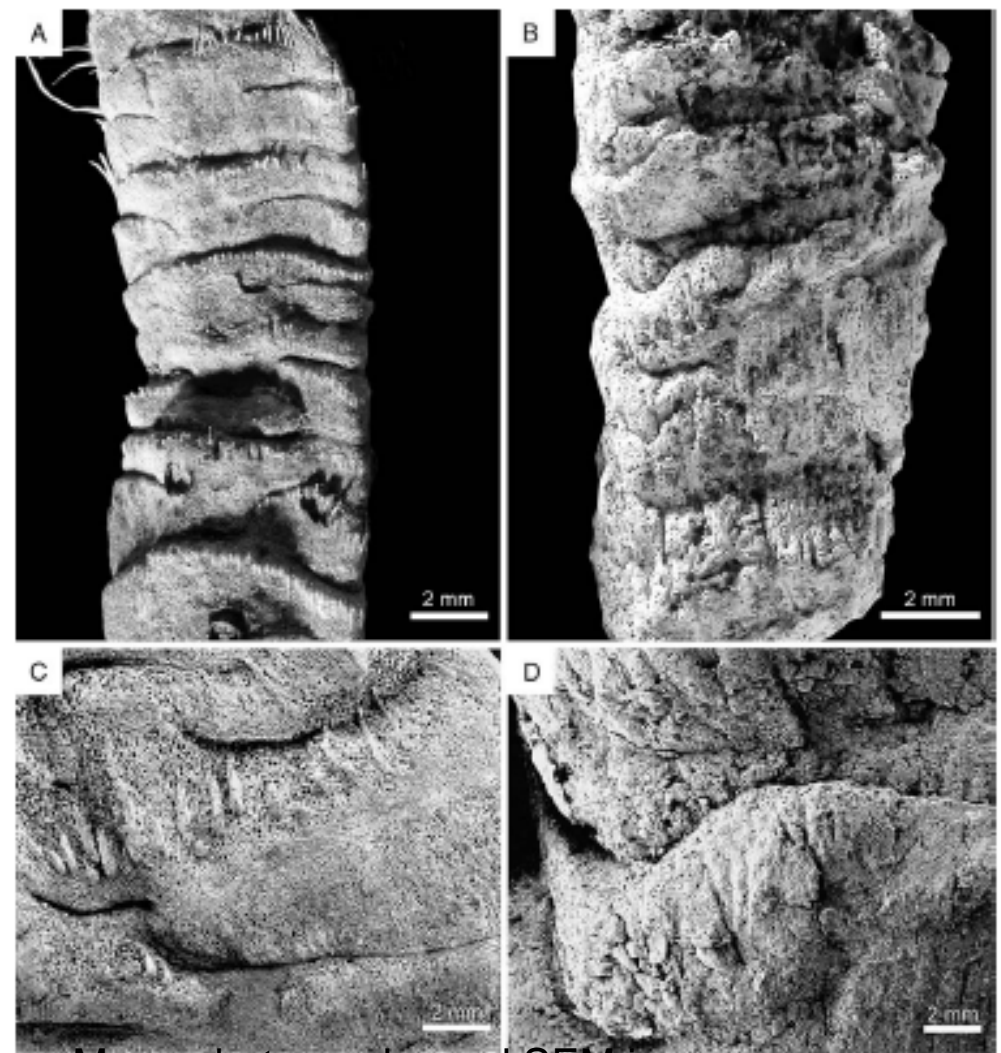
B) *Pneophyllum fragile*

Posidonia oceanica

Плиоцен, о.Родос. Греция

Posidonia parisiensis

Эоцен, Урал колл. ВСЕГЕИ



Macrophotographs and SEM images

- A, C - living (water depth of about 2 m off Rhodes). **B, D - fossil rhizomes**

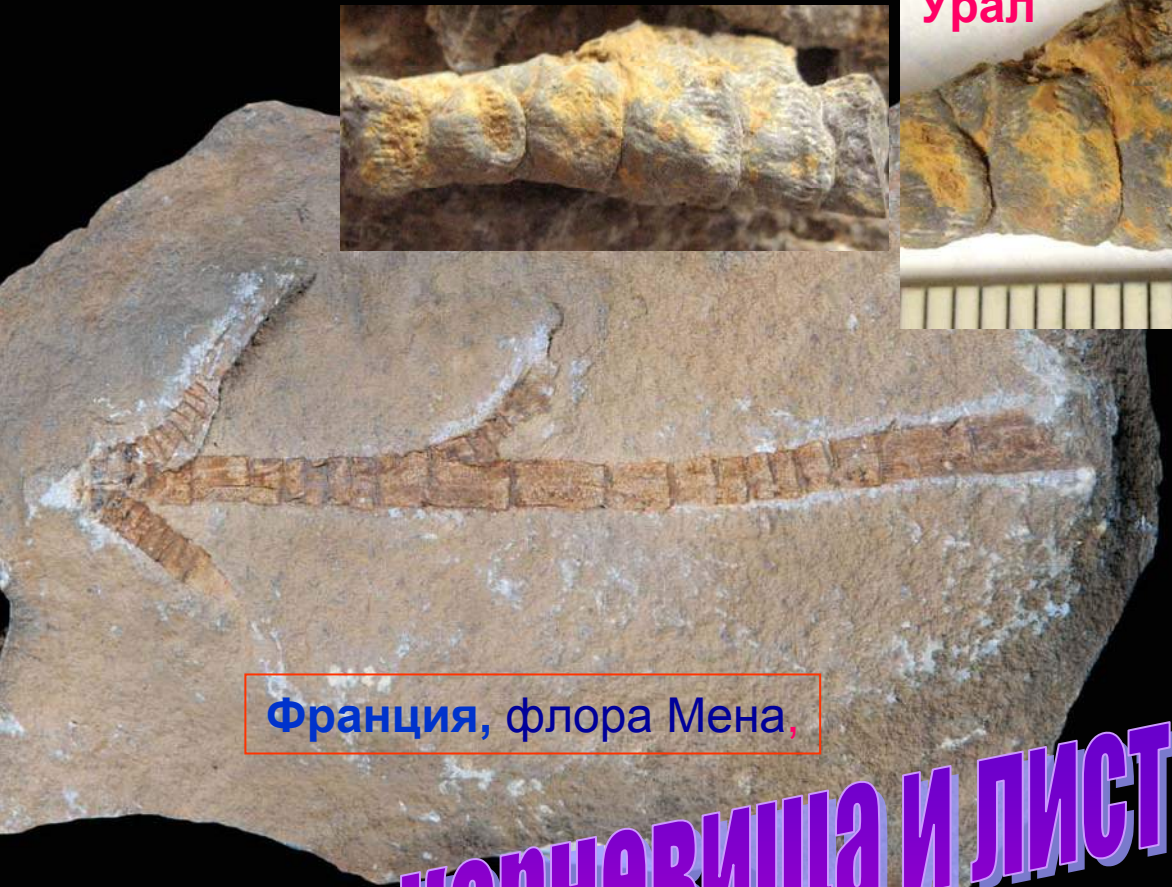


Ископаемое корневище



Урал

эоценовая
*Posidonia
parisiensis*



Франция, флора Мена,

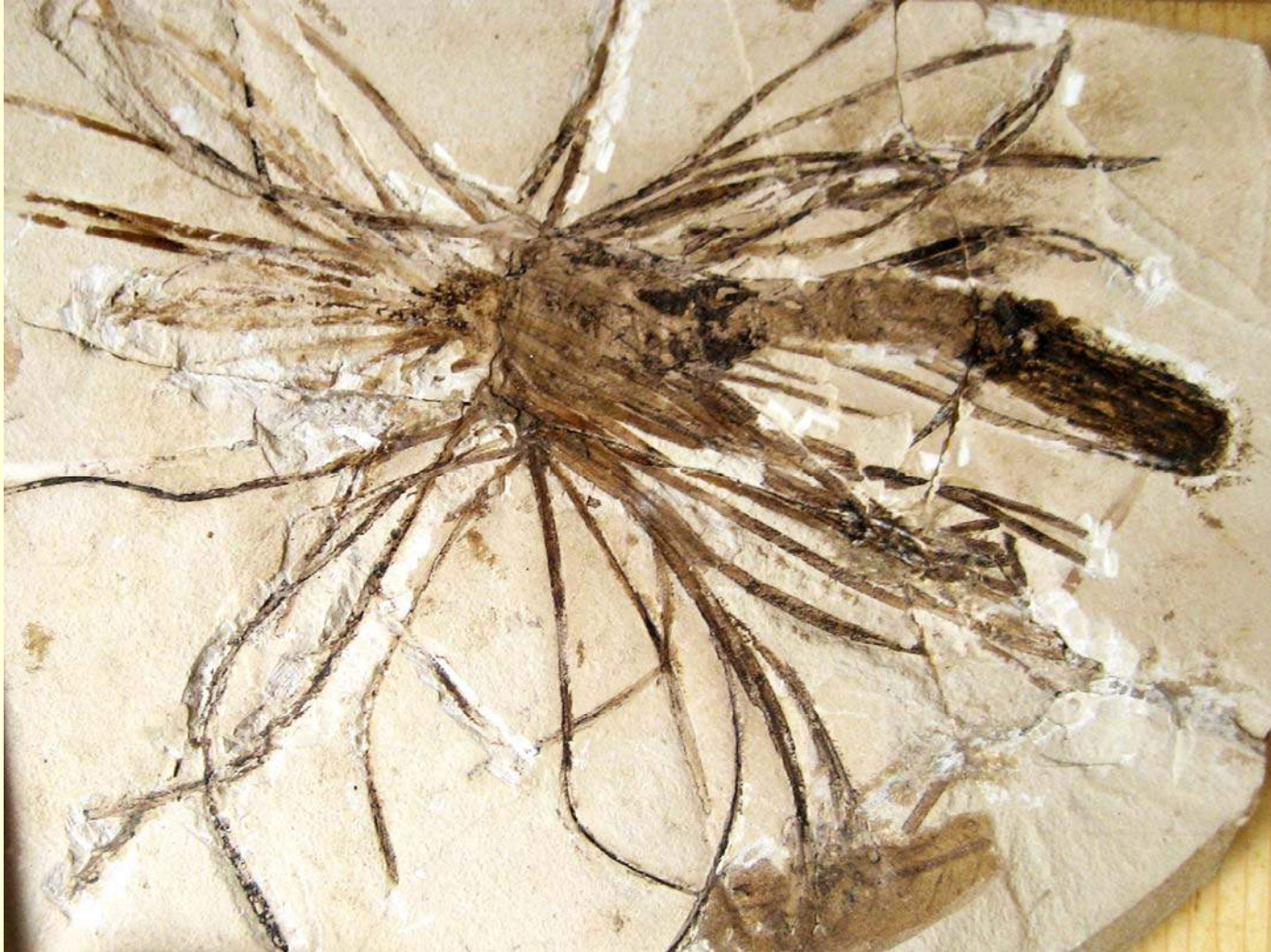
Корневища и листья Морской травы



Италия

Урал, Криштофович

Морская трава *Posidonia*:
Италия: Волса, нижний эоцен



Морская трава *Posidonia parisiensis* из эоцена

← Франции и Европейской России



Морская трава *Posidonia parisiensis*, нижн./сред. Эоцен, Курская обл., Каменка.



современная *Posidonia oceanica*

© A. Lingford / Archipelagos / 2008

Posidonia parisiensis,
Верхний палеоцен-нижний эоцен
Флора Menat, Парижский бассейн

Восточный Урал,
эоцен.
колл. Криштофович
ВСЕГЕИ



ископаемые и современные
корневища и листья *Posidonia*



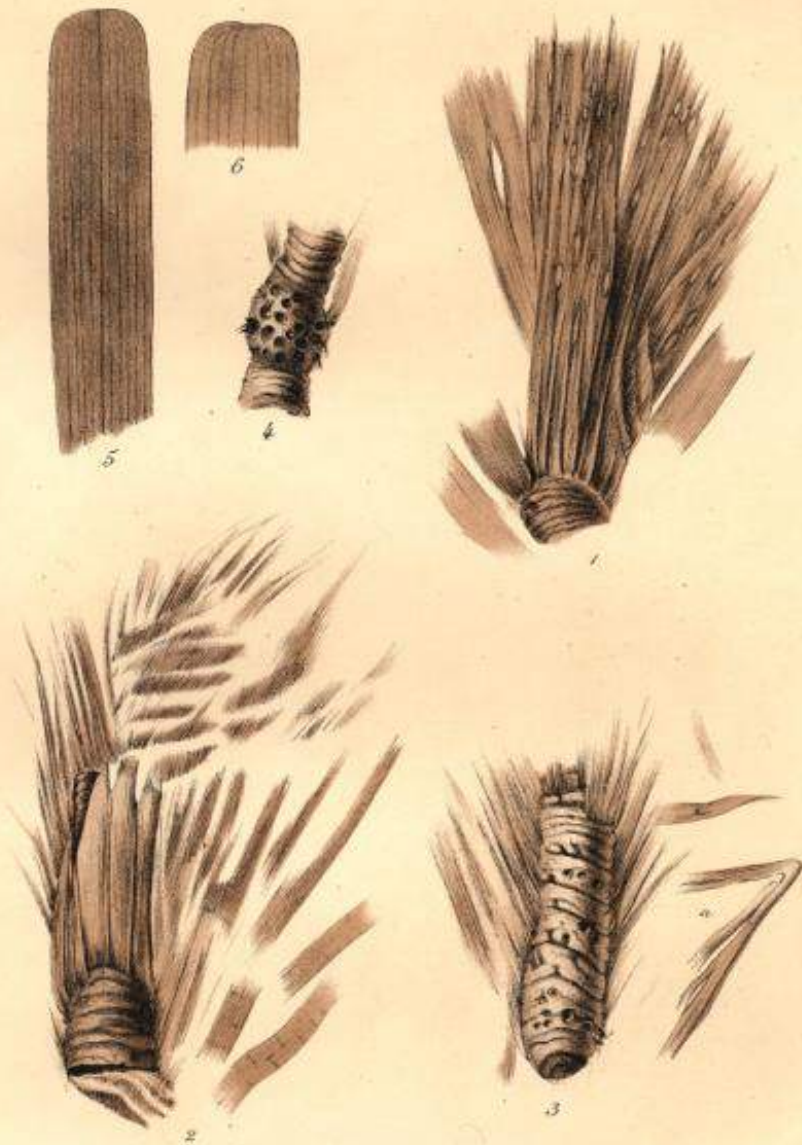


***Posidonia
parisiensis***
нижний- средний
эоцен, юг Курской
области

Морская трава
из прибрежных
отложений северного
Перитетиса

Обоянский район,
Шевелево, р. Каменка.

коллектор: С.В. Викулин
коллекция лаб. Палеоботаники БИН



Эоцен Парижского бассейна
Гелинден, Бельгия

Posidonia parisiensis
Листья и корневища

Исторические изображения 19 в.

1-6, *Posidonia perforata* Sap. et Mar.

Posidonia parisiensis

Zostera nodosa

1-2. *Posidonia perforata* Sap. et Mar. 3-8. *Zostera nodosa* (Brongn.) Sap. et Mar.

**Эоцен Парижского
бассейна** Гелинден,
Бельгия

***Posidonia parisiensis* (1-2)
и *Zostera nodosa* (3-8):
листья и корневища
исторические изображения 19 в.**

Zostera kiewiensis Schmalh.

Vickulin et al., 1995

Новые собственные сборы

Эпидермис листа

CWM

CWM

C

W

кутикула

ЛИСТ



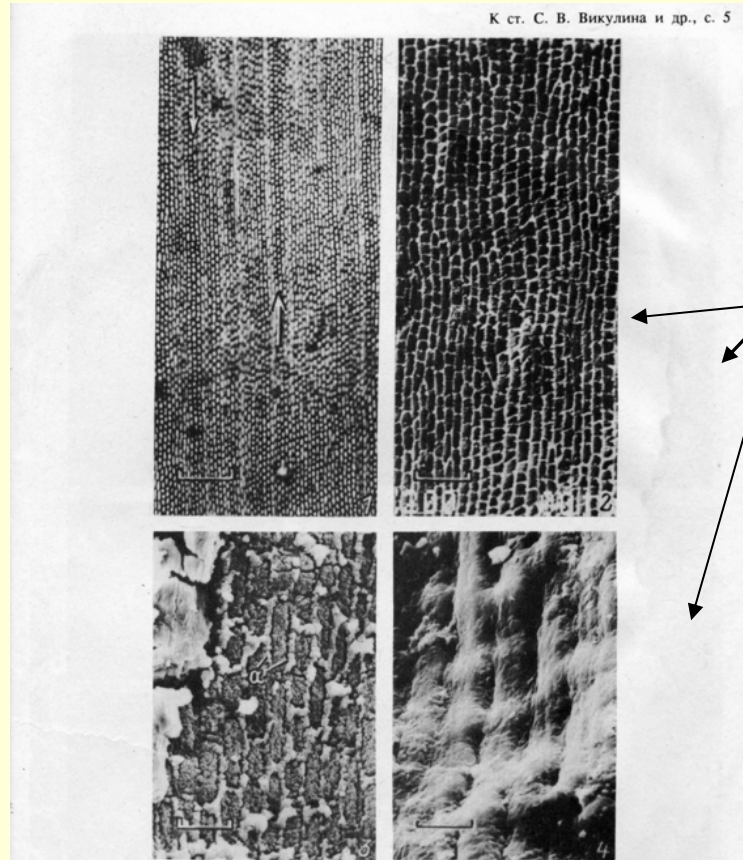
Исторические изображения ископаемой Зостеры из Киева, 19 век.



Меандгорье (окрестности Киева).
Rayons de Kiev.

Сбор ископаемой зостеры из Олигоценовых отложений на берегу Днепра в окрестностях Киева в сентябре 2013 г.

Мелкоклеточная безустыичная эпидерма листьев ископаемой зостеры из киевских глин



К ст. С. В. Викулина и др., с. 5

Plate I. The blade fossil of *Zostera kiewiensis*.

1 — epidermal cells (LM); arrows indicate the elongate rows (or strips) of cells correlated with veins; 2 — view of epidermis (inner side) (SEM); 3 — inner surface of epidermis (SEM); 4 — external epidermal depressions (SEM). a — anticlinal wall. Scale bar: 1 — 100; 2 — 50; 3, 4 — 10 μ m.

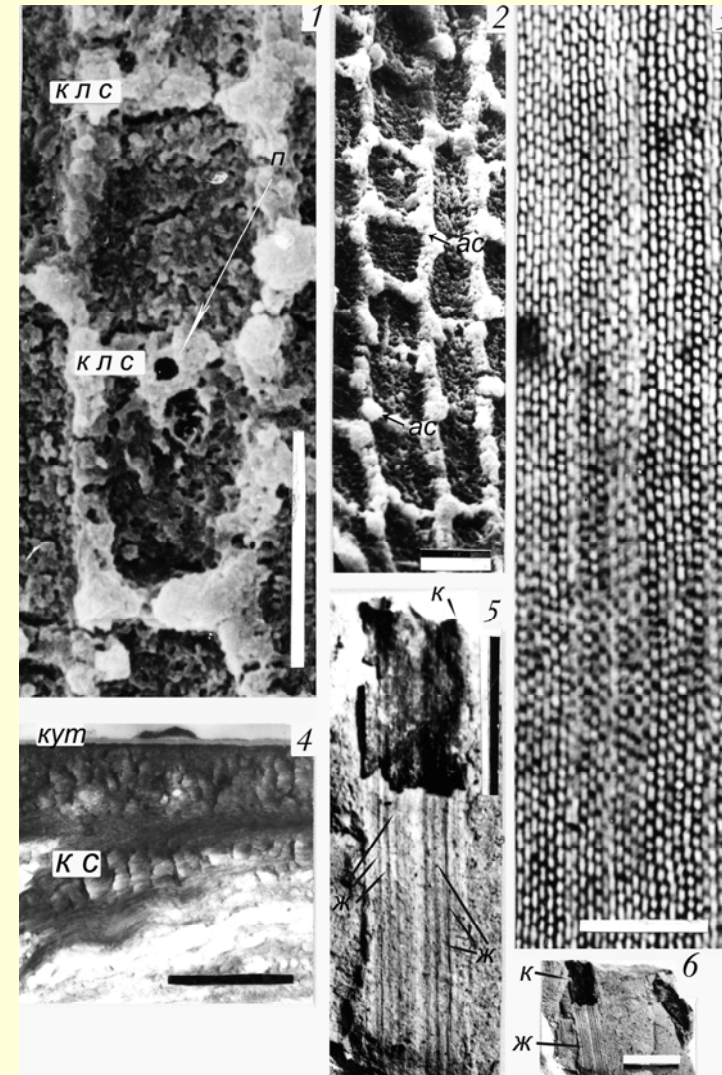
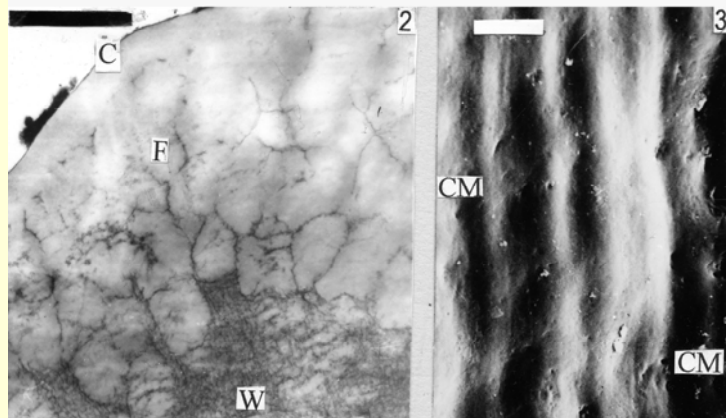
Vickulin, S.V., S.G. Zhilin, O.V. Yakoleva, and R.C. Phillips. 1995. Early Oligocene seagrass. *Zosteroid* leaves from the western part of the Russian plain. Botanical Journal 90: 3-13.



Местонахождение ископаемой *Zostera kiewiensis* в Новых Петровцах



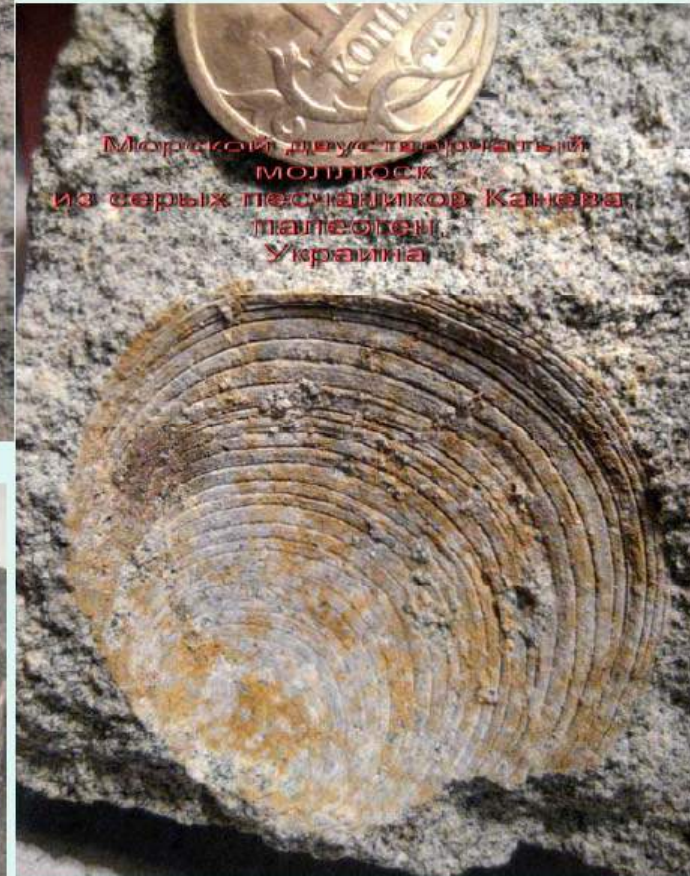
Морские травы раннего олигоцена из Киевского Приднепровья: северный Перитетис: *Posidonia, Zostera*



Межигорье, Киевское Приднепровье:

Ультраструктура клеточной стенки эпидермы *Zostera kiewiensis* Schmalh.

В морской воде Каневского моря сохранились только склерофильные побеги хвойных и фрагменты древесины



Морской двустворчатый моллюск из серых песчаников Канева палеобент, Украина



Фрагмент древесины с склерофильными побегами хвойных, Каневское море, Украина

колл. каф. Биостратиграфии ВСЕГЕИ, фото С.В. Викулин

В начале Олигоцена моря отступают, происходит глобальное похолодание, и в Западной Евразии наступает Великий озерный этап

Ранний Олигоцен

Глобальное похолодание

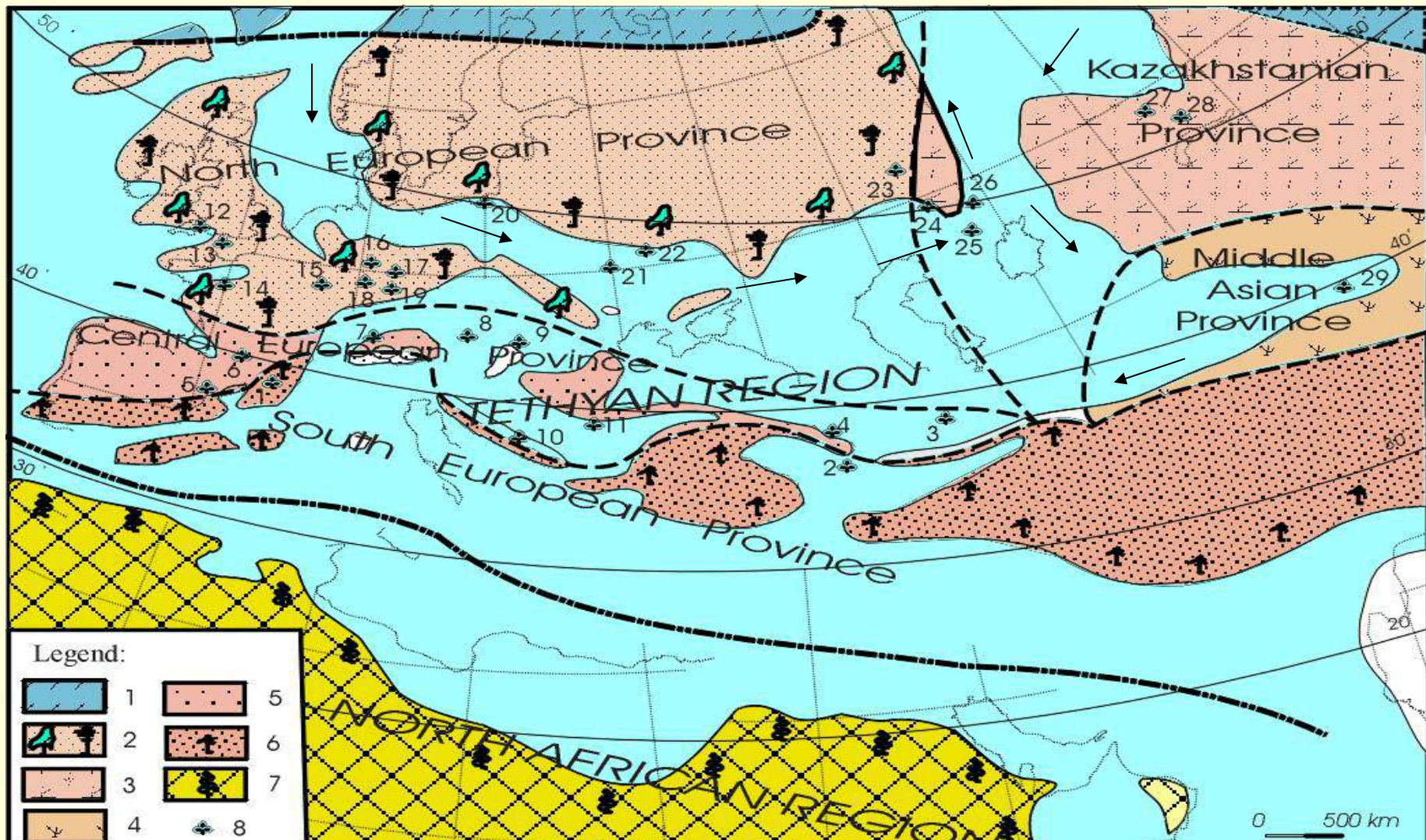
Комплекс *Sequoia abietina* + древний *Taxodium*
/ *Nyssa zhilinii* / *Decodon*

Alangium tiliaefolium, листопадные *Acer* и *Populus* (мало)
с эоценовым реликтом – *Rhodomyrtophyllum*

В конце Олигоцена

- ◆ Обедненный комплекс
- ◆ *Taxodium* / *Nyssa* / *Decodon*

Флоры приабона 37-34 млн л.



Весь Пери-Тетис входил в Тетисовую область с пятью провинциями

Распространение водоемов северного Перитетиса связано с замкнутостью морей в конце эоцена-начале олигоцена

ПОЗДНИЙ ЭОЦЕН

Западная Сибирь и Западный Казахстан



зубы акул эоцена



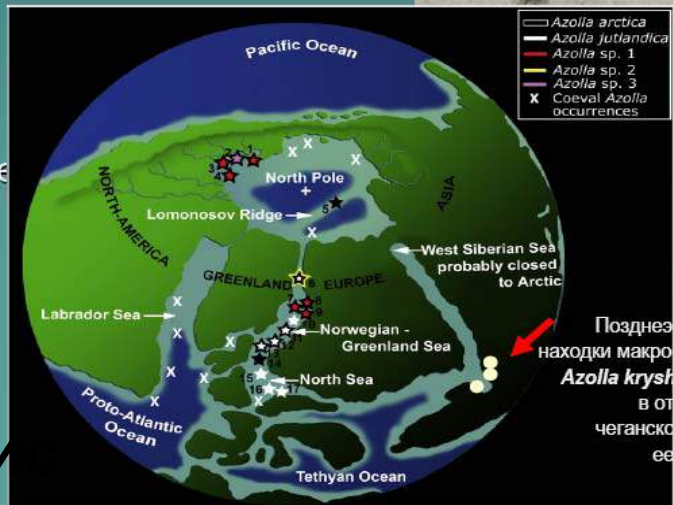
Из самых верхних слоев верхнеэоценовых отложений морской Чеганской свиты и ее аналогов в Западной Сибири и Западном Казахстане отпечатки наземных растений почти не известны за исключением отпечатков водного папоротника

Azolla vera Krysht.

Его современные аналоги обитают в пресных водах субтропических областей Америки и ЮВ Азии.

эоценовая *Azolla vera* встречается лишь в осадках глубоководных фаций.

Можно предположить, что этот папоротник в эоцене обитал не в пресных водах озер и рек, а в соленой морской воде, представляя собой либо планктонную, либо бентосную форму.



Позднеэоценовые находки макрофоссилий *Azolla kryshstofovichii* в отложениях чеганской свиты и ее аналогов

ГЛИНА с флорой *Azolla vera* (ЧЕГАНСКАЯ СВИТА)
129/7600 Колл. А.К. Овечкина и др.

ранний паратетис



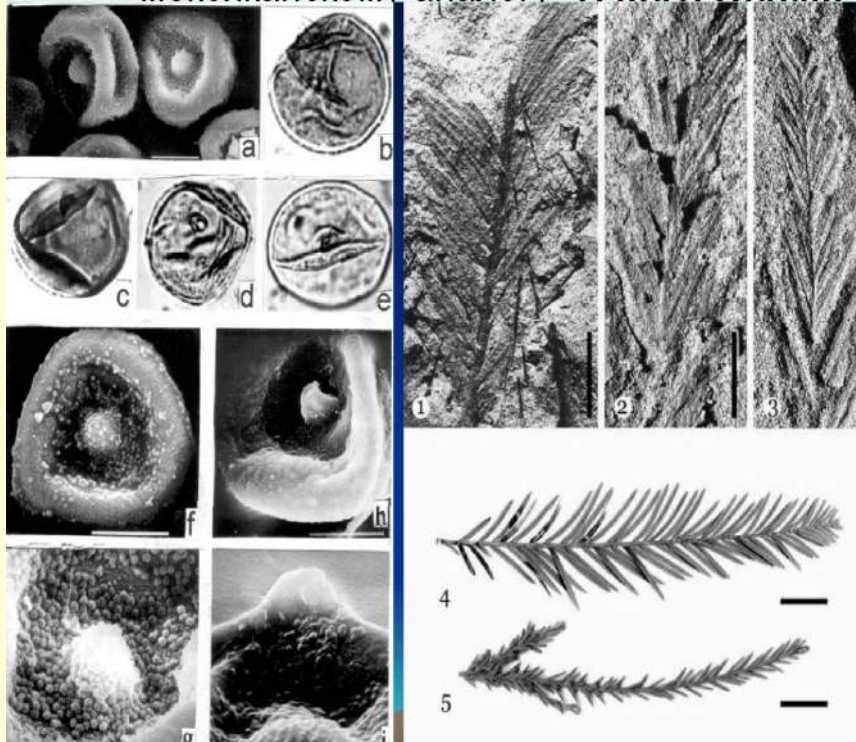
Taxodium distichum ю-в США

VS



Taxodium mucronatum Мексика
(Викулин и др. 2005)

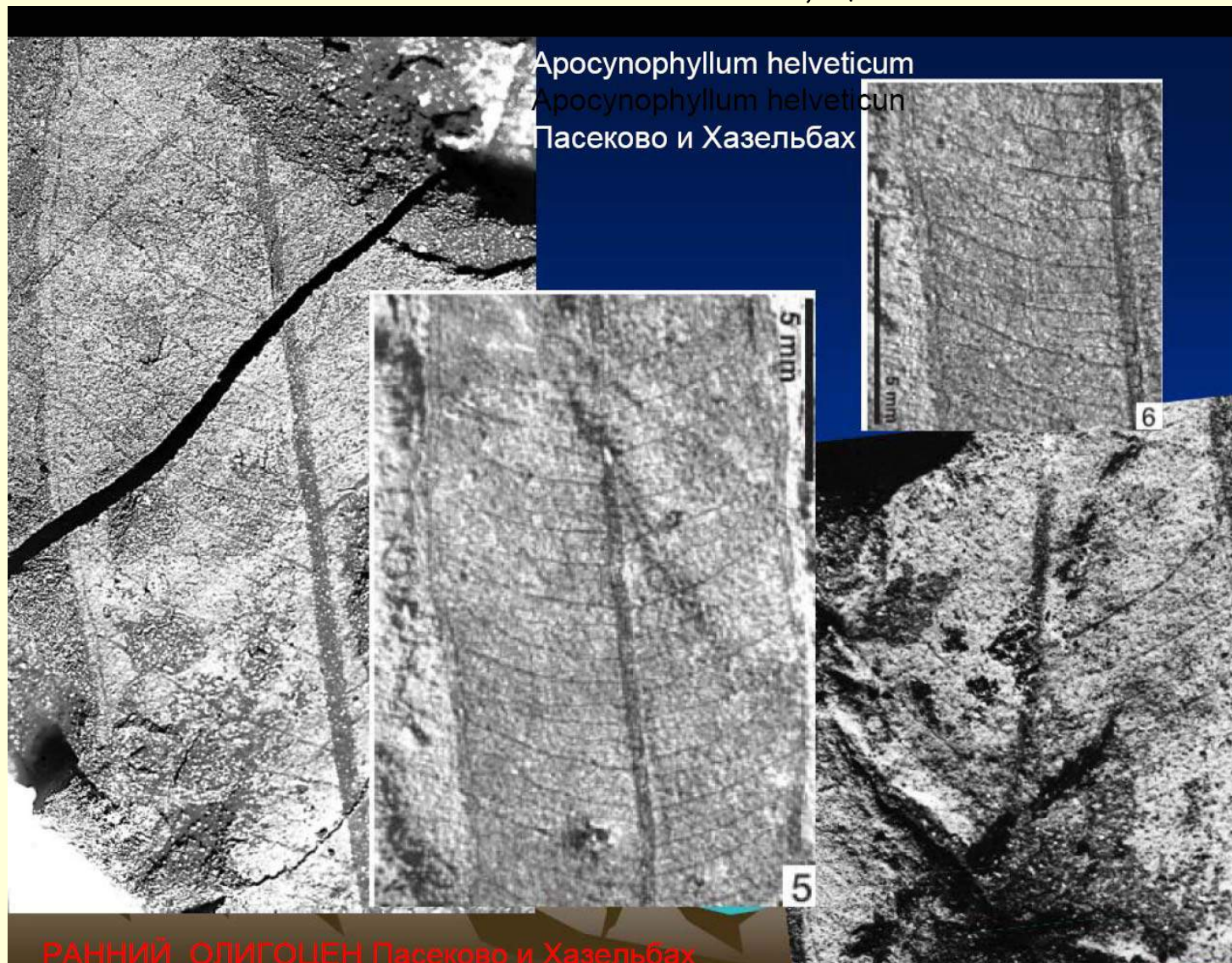
Раннеолигоценый *Taxodium balticum* из
Пасекова и Светлогорска близок к
мексиканскому аналогу *T. mucronatum*



- Глобальное похолодание в начале олигоцена сдвинуло климат в Западной Евразии в направлении тепло - умеранного и влажного, с равномерным годовым распределением атмосферных осадков. Это благоприятствовало развитию на протяжении олигоцена мезофильных хвойно-широколиственной флоры Тургайского экологического типа на фоне озерно-болотных ландшафтов.

Эпиконтинентальные моря отступают и распространяются озерно-болотные ландшафты подобные современным флоридским.

Среди водно-болотной растительности получают распространение водные папоротники *Salvinia*, *Azolla*. Среди водных цветковых обилен *Decodon*, *Lythraceae*





water_willow_decodon_verticillatus

(Lythraceae)

Decodon verticillatus (L.) Elliott
swamp loosestrife

