

ΓΕΩΒΟΤΑΝΙΚΗ

Η εξελικτική πορεία των φυτών

Καθηγητής Δημήτριος Χριστοδουλάκης

Τμήμα Βιολογίας

Τομέας Βιολογίας Φυτών

E-mail: dkchrist@upatras.gr

Τηλ.: 2610 997277

Για τη μελέτη της εξελικτικής πορείας των φυτών πρέπει να έχουμε υπ' όψιν τις διάφορες γεωλογικές περιόδους.

Πιν. 1. Διαδοχή και χρονολόγηση των γεωλογικών αιώνων.

Αιώνες εκατ. έτη πριν		Περίοδοι εκατ. έτη πριν		Εποχές εκατ. έτη πριν	
Νεοφυτικός ή Καινοφυτικός	Καινοζωικός 65	Τεταρτογενές 2.4		Ολόκαινο	0.01
				Πλειστόκαινο	2.4
		Τριτογενές 65	Νεογενές	Πλειόκαινο	5
				Μειόκαινο	23
			Παλαιογενές	Ολιγόκαινο	35
				Ηώκαινο	65
Μεσοφυτικός	Μεσοζωικός 245	Κρητιδικό 146		Ανώτερο	97
				Κατώτερο	146
		Ιουρασικό 208		Ανώτερο	157
				Μέσο	178
		Τριαδικό 245		Κατώτερο	208
				Ανώτερο	235
		Μέσο	241		
		Κατώτερο	245		
Παλαιοφυτικός	Παλαιοζωικός	Πέρμιο 290		Ανώτερο	256
				Κατώτερο	290
		Λιθανθρακοφόρο 363		Ανώτερο	323
				Κατώτερο	363
		Δεβόνιο 409		Ανώτερο	377
				Μέσο	386
Σιλούριο 439		Κατώτερο	409		
		Ανώτερο	424		
Αρχαιοφυτικός (Ηωφυτικός)	Κρπτοζωικός μεγααιώνας 570	Ορδοβίσιο 510		Κατώτερο	439
				Ανώτερο	464
		Κάμβριο		Μέσο	476
				Κατώτερο	510
				Ανώτερο	517
				Μέσο	536
		Κατώτερο	570		
		Προκάμβριο			

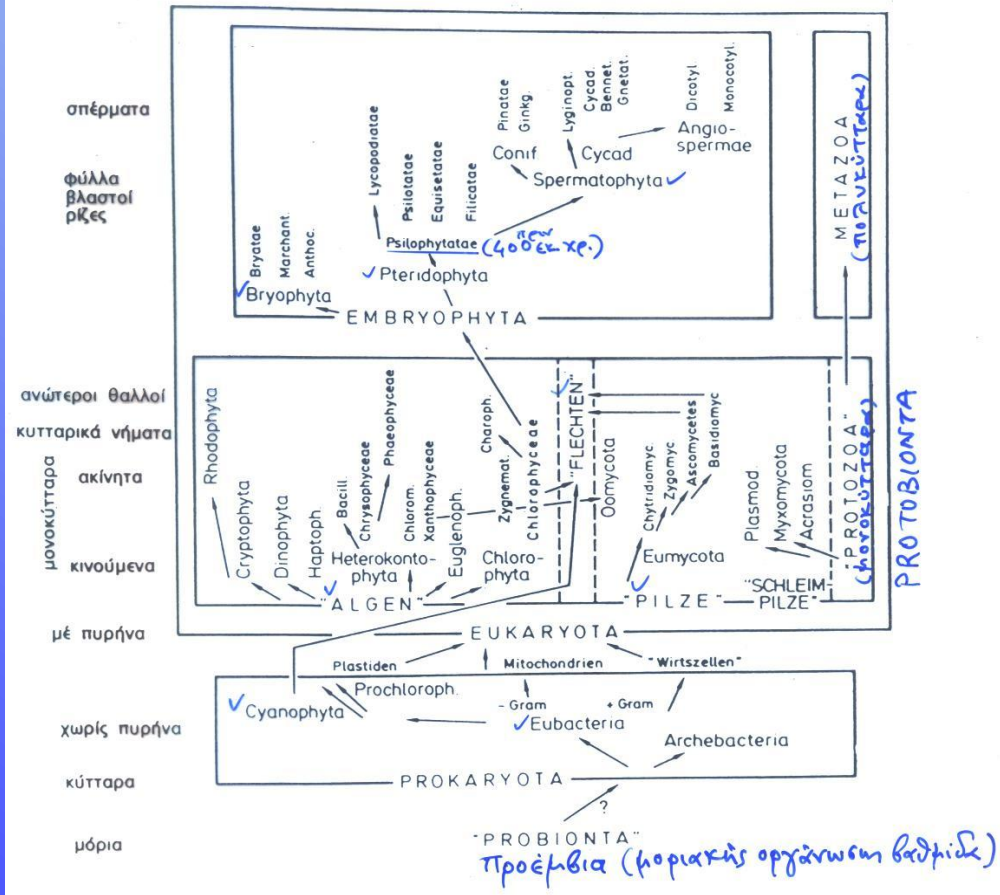
Η Γη δημιουργήθηκε πριν από 4,6 δισεκ. έτη.

Το χρονικό αυτό διάστημα διαιρείται σε 2 μεγάλες περιόδους:

Κρπτοζωικό μεγααιώνα ή Προκάμβριο (μέχρι την αρχή του Καμβρίου) και τον **Φανεροζωικό μεγααιώνα** (αρχή Καμβρίου μέχρι σήμερα).

Ο Φανεροζωικός μεγααιώνας διακρίνεται τόσο με βάση την εξέλιξη των ζωικών οργανισμών όσο και με βάση την εξέλιξη των φυτών.

Βασική ταξινόμηση των διαφόρων μεγάλων ομάδων των εμβιωόντων



Οι παλαιότεροι οργανισμοί πιστεύεται ότι ήταν κυτταρικής οργάνωσης, βακτηριόμορφοι, προκαρυωτικοί οργανισμοί (Prokaryota).

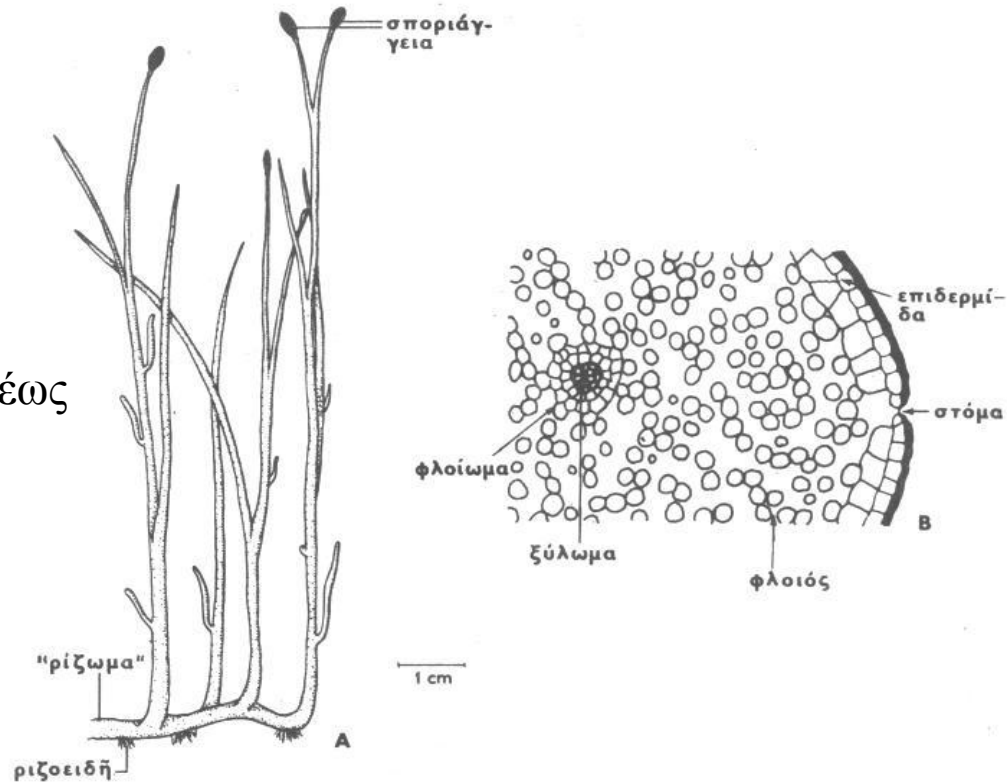
Βρέθηκαν απολιθωμένες μορφές στην Δ. Αυστραλία σε γεωλ. στρώματα ηλικίας περίπου 3,5 δισεκ. ετών.

Εικ. 38. Σχηματική παράσταση των υποθετικών φυλογενετικών σχέσεων των μεγάλων ομάδων των οργανισμών και ιδιαίτερος των φυτών. Αριστερά, γενικές υποδείξεις για τις βαθμίδες οργάνωσης των αντιστοίχων ομάδων (κατά EHRENDORFER ΕΙΣ STRASBURGER 1983).

- Τα πρώτα γνήσια χερσόβια φυτά ανήκουν στη κλάση Ψιλοφυτάει

Ψιλόφυτα, τα πρώτα γνήσια χερσόβια φυτά

Ύψος έως
50 cm



Εικ. 57. Γένος *Rhynia*: A, σχηματική αναπαράσταση τού φυτού. B, εγκάρσια τομή τού βλαστού του.

Κλάση: Psilophytopsida (Psilophytatae)

Αθρ.: Pteridophyta

Εξαφάνιση: πριν 400 εκ. χρόνια

(απολιθώματα στη Σκωτία και Β. Αμερική)

Οι πρόδρομοι των χερσαίων φυτών έζησαν πιθανώς στα γλυκά νερά.

Γιατί για τα χερσαία φυτά ούτε το χλώριο, ούτε το νάτριο, τα οποία συνυπάρχουν στη θάλασσα, θεωρούνται στοιχεία αναγκαία σε τόση ποσότητα.

Αντίθετα, τα φυτά δεικνύουν μεγάλη ευαισθησία έναντι του ClNa εδάφους.

Εξαίρεση αποτελούν τα αλόφυτα, που μπορεί να θεωρηθεί ότι προσαρμόστηκαν δευτερογενώς.

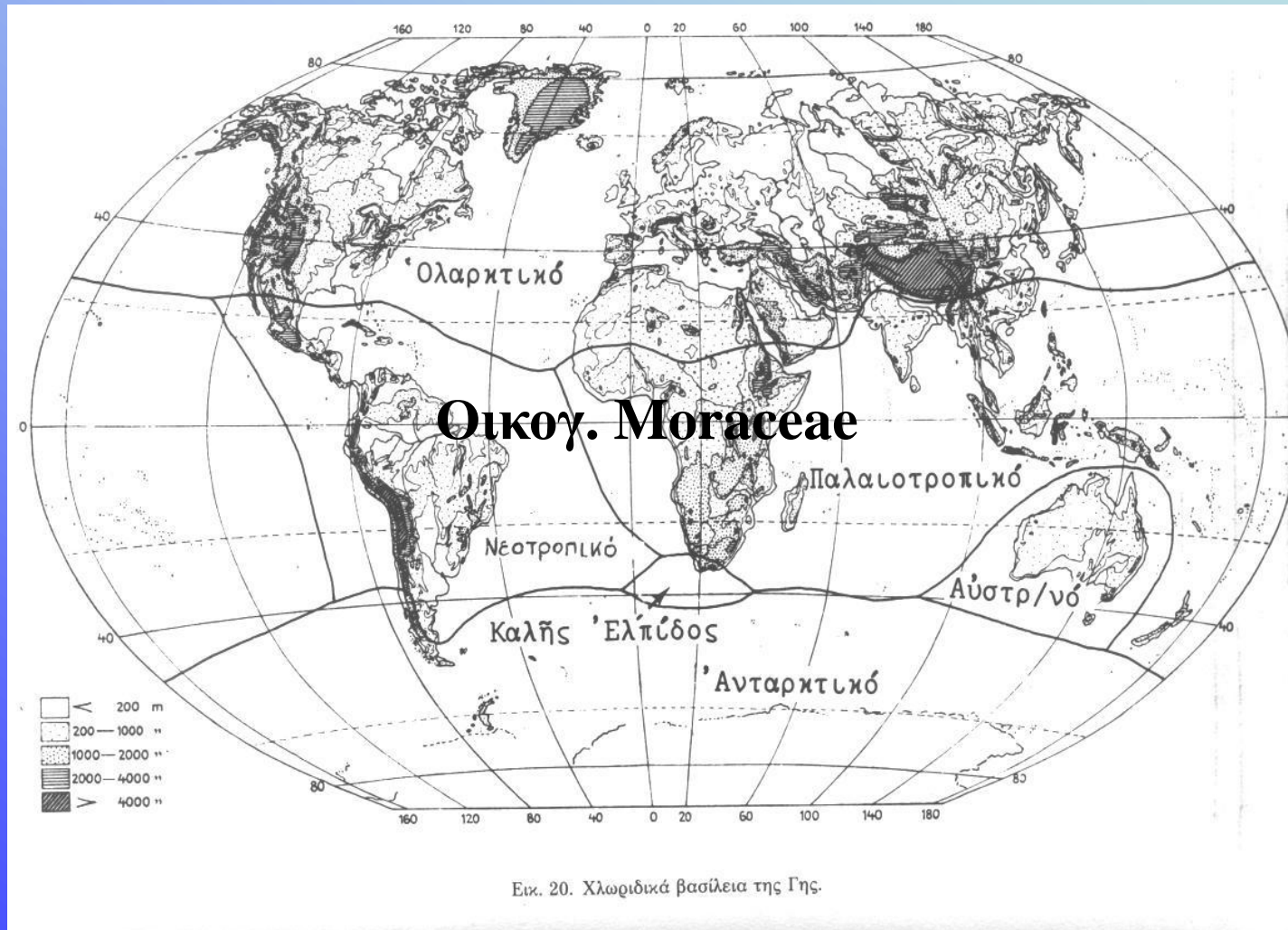
Τα αλατούχα εδάφη ήταν οι τελευταίοι βιότοποι που εποίκίσθηκαν από τα φυτά.

Γεωβοτανικη ερμηνεία της εξέλιξης των χλωρίδων

Ορισμένα δεδομένα από την εξάπλωση των φυτών και των ζώων απαιτούν μια εξήγηση.

Π.χ. Στη Σπιτσβέργη, που σήμερα επικρατεί αρκτικό κλίμα, βρέθηκαν αποθέσεις λιθανθράκων, των οποίων η προέλευση προϋποθέτει πλούσια βλάστηση ενός υγρού και θερμού κλίματος.

Συγκεκριμένα, κατά το Τριτογενές (πριν 65-2,4 εκατ. έτη) εφύοντο στη σημερινή αρκτική περιοχή είδη Αγγειοσπέρμων, τα οποία είναι συγγενή ή ίδια με τα υποτροπικά. Πρόκειται για την ονομαζόμενη Αρκτοτριτογενή χλωρίδα.



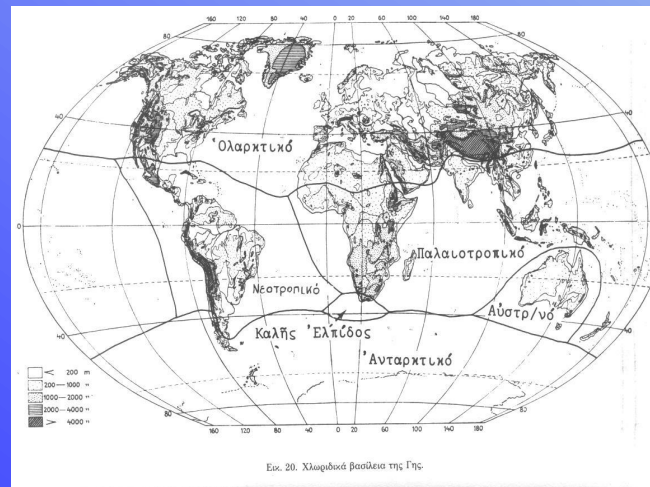
Για την ερμηνεία των πιο πάνω δεδομένων πρέπει το θέμα να εξεταστεί και από γεωιστορικής σκοπιάς.

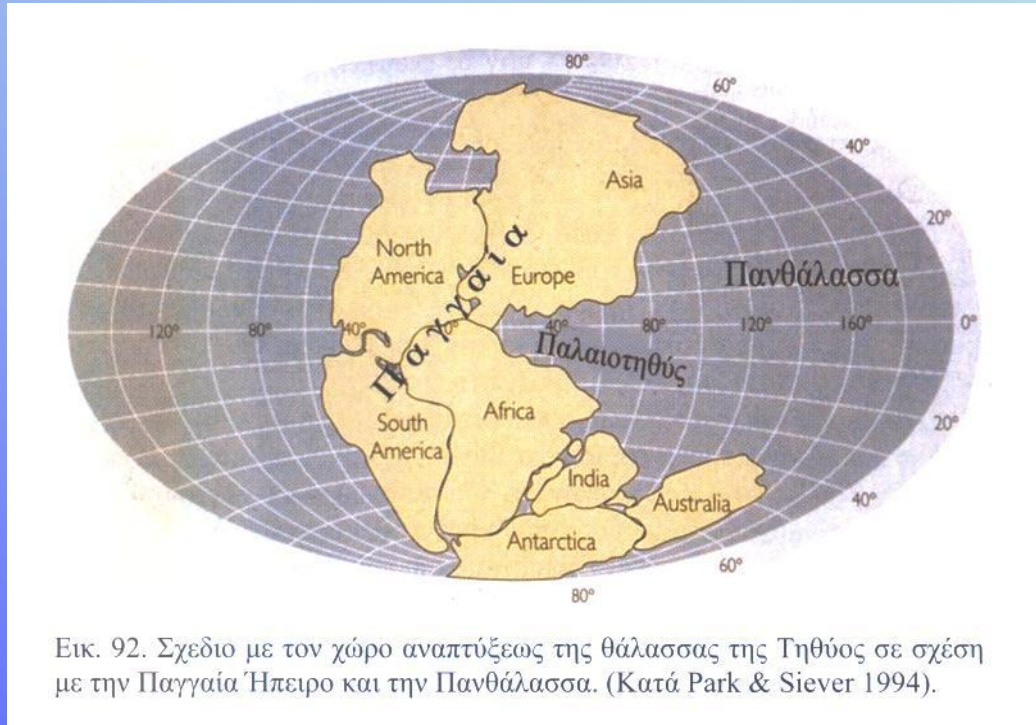
Η μετατόπιση των Ηπείρων

Ο Wegener ορμώμενος από την παρατήρηση ότι οι Δ. ακτές της Αφρικής δείχνουν κατά μήκος μια σαφή αντιστοιχία με αυτές της Ν. Αμερικής, εθεμελίωσε (1915) τη θεωρία “περί μετατόπισης των Ηπείρων”.

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή η Αφρική και Ν. Αμερική αποτελούσαν κατ’ αρχάς μια ενιαία μάζα και μετά τη διάσπασή της μετατοπίστηκαν. Υπέθεσε ακόμη και μια μετακίνηση του άξονα των πόλων, σε σχέση με τη σημερινή θέση της Γης.

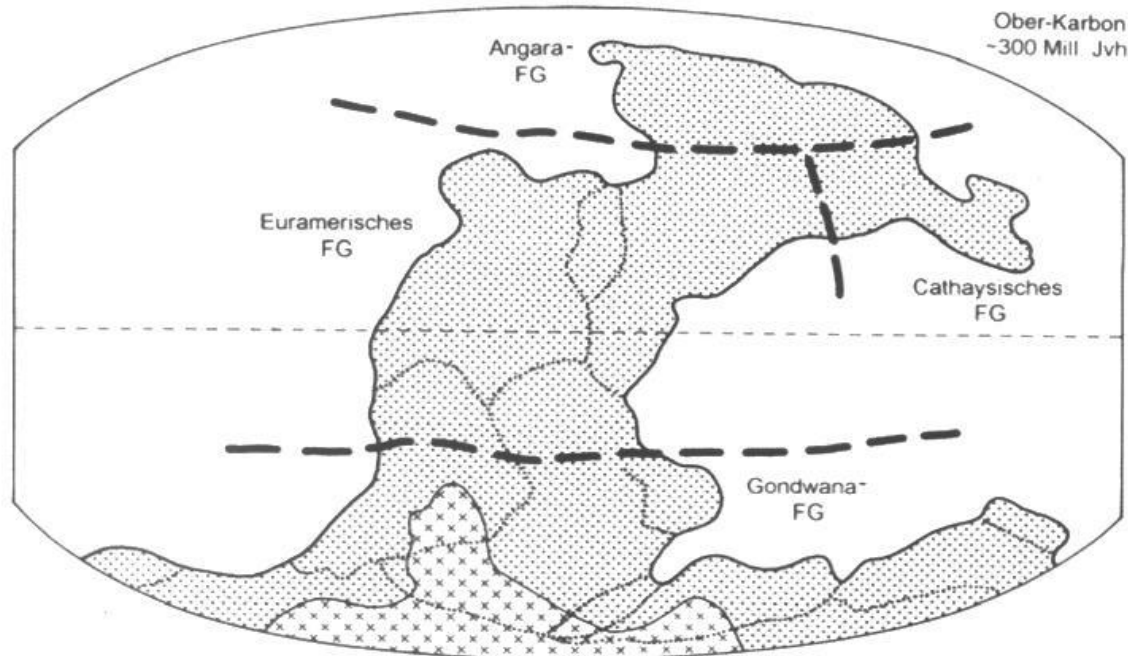
Η θεωρία του Wegener, μετά από πολλές αμφισβητήσεις και σύμφωνα με τις νεότερες γεωτεκτονικές έρευνες, έχει πλήρως επιβεβαιωθεί και σήμερα είναι γενικώς αποδεκτή και μετεξελιχθεί στη “θεωρία των πλακών”.



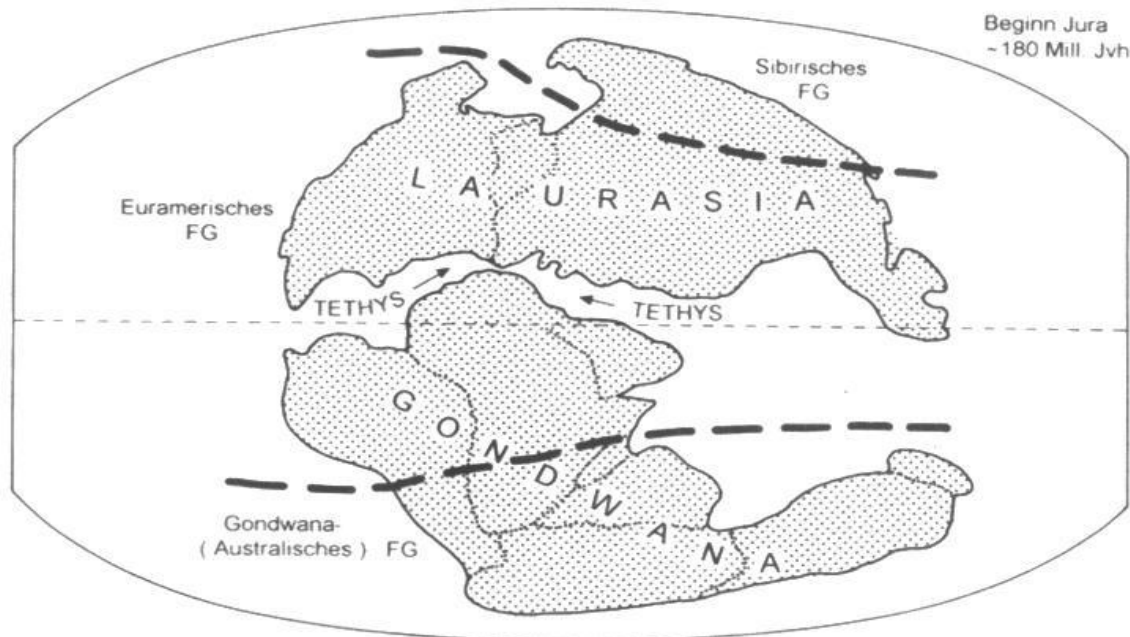


Το Κατώτερο Λιθανθρακοφόρο (πριν 363 εκατ. έτη) υπήρχαν δύο ηπειρωτικές μάζες, που χωρίζονταν από μια λωρίδα θάλασσης.

Το Ανώτερο Λιθανθρακοφόρο (πριν 323 εκατ. έτη) ενώθηκαν αυτά τα δύο μέρη ξηράς σε μια ενιαία Υπερήπειρο, την **Παγγαία**, η οποία περιβαλόταν από μια ενιαία θάλασσα, την **Πανθάλασσα**.

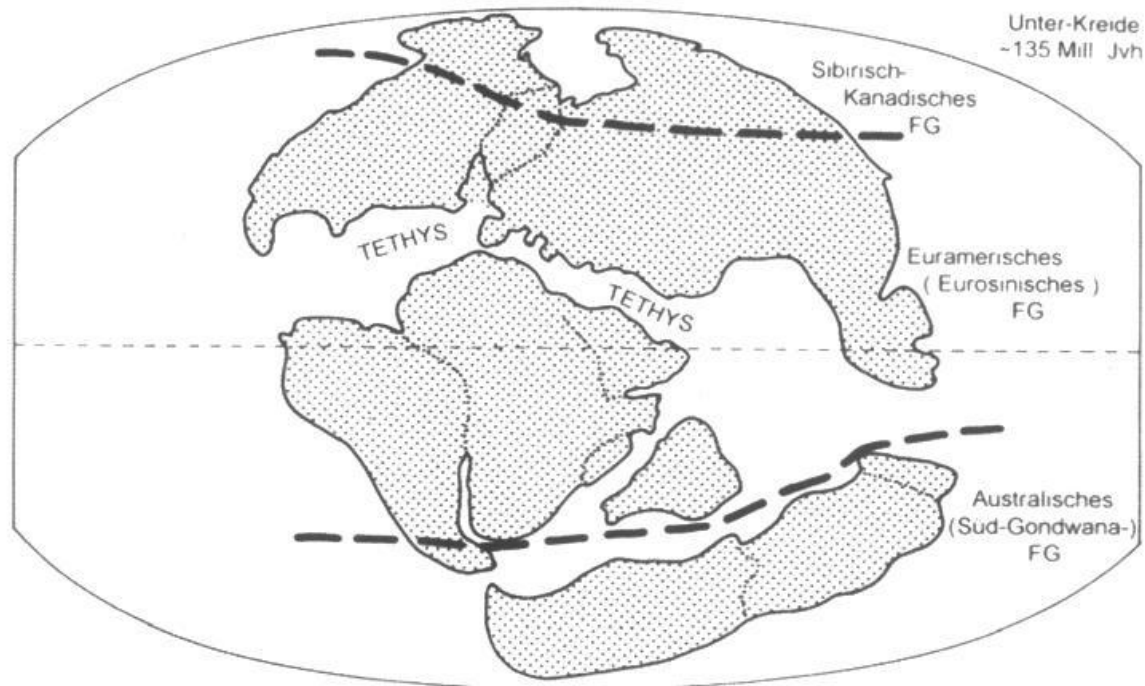


Εικ. 93. Η μορφή της ξηράς της επιφανείας της Γης, καθώς και οι χλωριδικές περιοχές (FG), μετά τον σχηματισμό της Παγγαίας κατά το Ανώτερο Λιθανθρακοφόρο, πριν περίπου 300 εκατ. έτη. Οι συνδέσεις των περιοχών της Angara και της Cathaysia είναι ακόμη πολύ αμφισβητήσιμες. Με το (x) σημειώνεται η έκταση των περιοχών, των καλυμμένων με παγετώνες. (Από τον Schröder 1998).



Εικ. 94. Η μορφή της ξηράς της επιφανείας της Γης, καθώς και οι χλωριδικές περιοχές (FG), μετά την διάσπαση της Παγγαίας σε δύο Ηπείρους, την Λαυρασία και Γκοντβάνα, κατά τις αρχές του Ιουρασικού, πριν από περίπου 180 εκατ. έτη. (Από τον Schröder 1998).

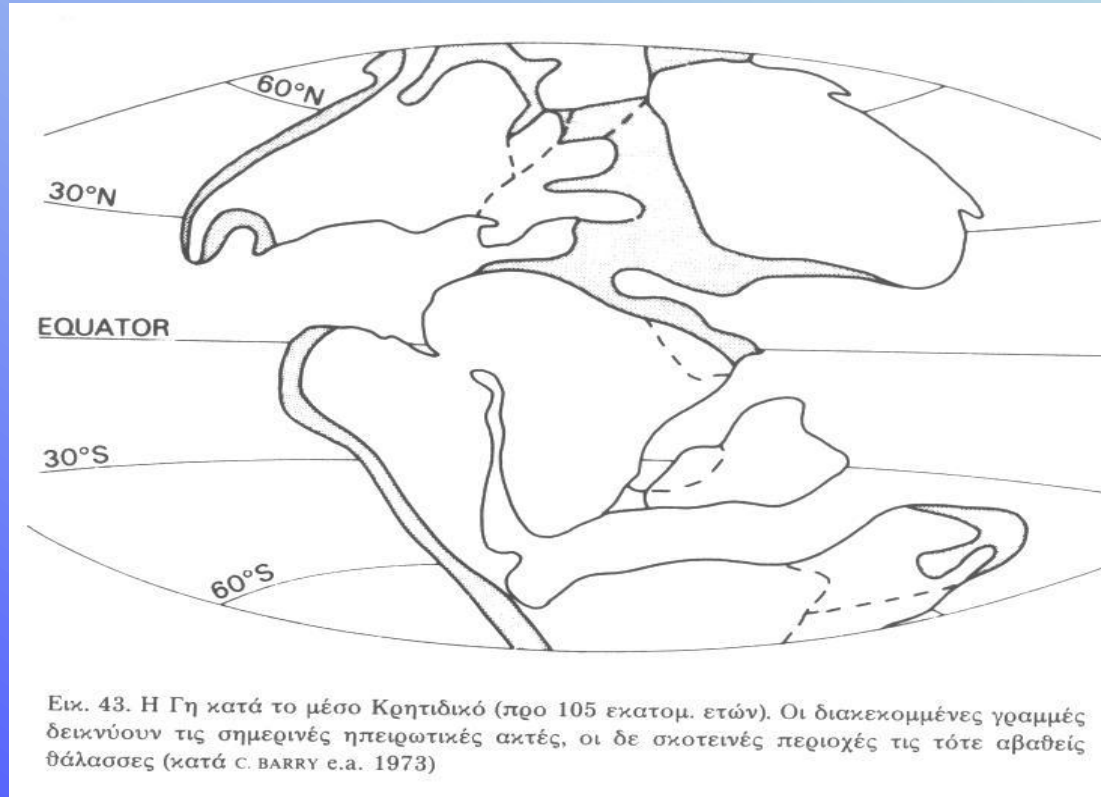
Η Παγγαία με το σχηματισμό μιας λωρίδας θάλασσας, της Τηθούς διαχωρίσθηκε σε δύο Ηπείρους: **Λαυρασία** και **Γκοντβάνα**.



Εικ. 95. Περαιτέρω διάσπαση και μετατόπιση της Λαυρασίας και Γκοντβάνας, κατά το Κατώτερο Κρητιδικό, πριν από περίπου 135 εκατ. έτη. (Από τον Schröder 1998)

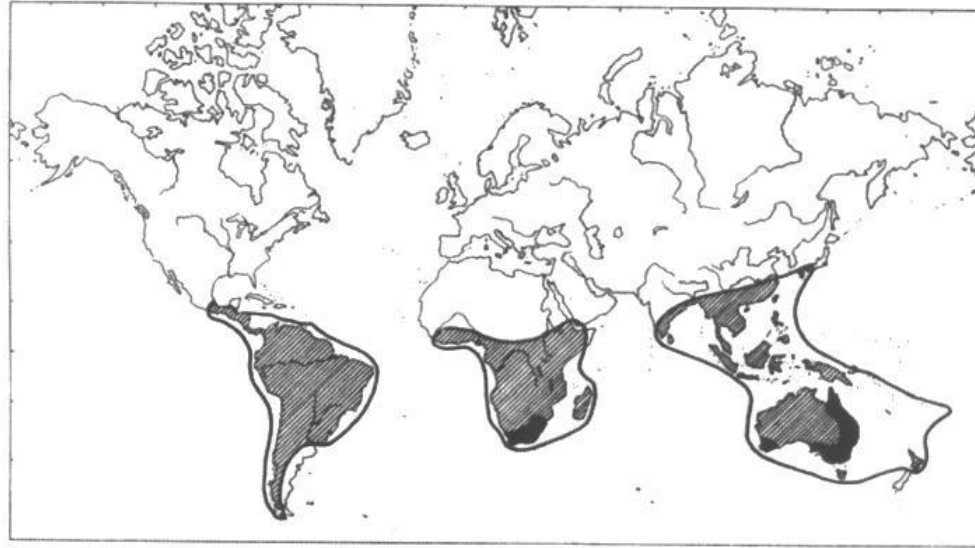
Η διάσπαση της Λαυρασίας και της Γκοντβάνας συνεχίστηκε μέχρι το Τριτογενές και Τεταρτογενές.

Η επιφάνεια της γης πέρασε από διάφορα στάδια μέχρι τη σημερινή της μορφή.



Σημασία έχει ότι:

Τα αγγειόσπερμα κατά την περίοδο της εμφάνισής τους, δηλ. πριν 200 εκ. Χρόνια (Ιουρασικό), είχαν τη δυνατότητα εξάπλωσης τους στις διάφορες περιοχές των τότε ηπειρωτικών μαζών.



Εικ. 10. Εξάπλωση της οικ. Proteaceae. Οι κύριες περιοχές εξάπλωσής της σημειώνονται με το σκοτεινό χρώμα. (Κατά Walter & Straka 1970).

Παραδείγματα φυτών που δείχνουν μια γεωγραφική εξάπλωση στις περιοχές της άλλοτε **Γκοντβάνας** είναι η οικ. Proteaceae και το γένος *Nothofagus*.

Για την **Λαυρασία**:

Γένος *Pinus*

Οικ. Pyrolaceae

Αρχαιοφυτικός αιώνας (Περίοδος των φυκών)

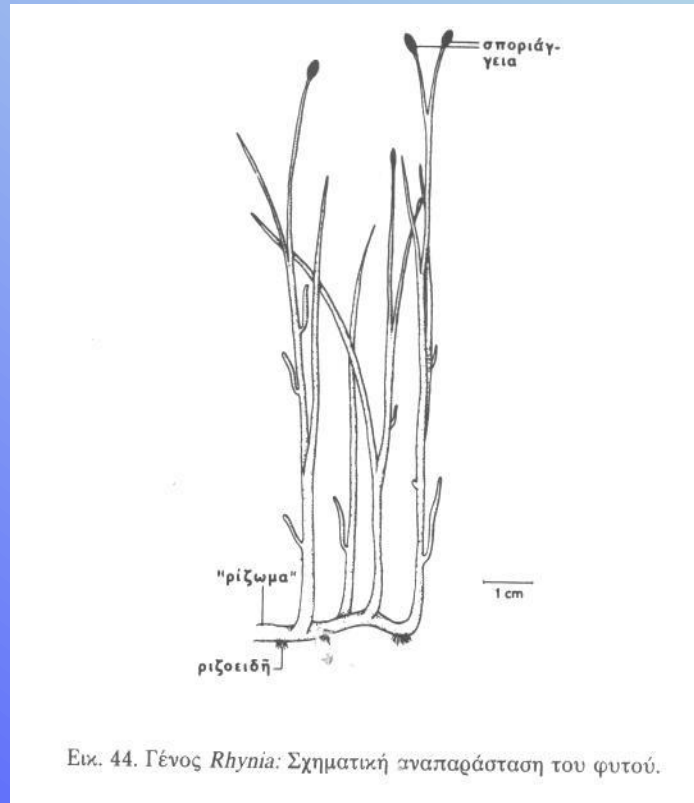
Χαρακτηρίζεται η περίοδος από την αρχή του μέσου Προκαμβρίου (πριν περίπου 2,6 δισεκ. χρόνια) μέχρι το τέλος του Κατώτερου Σιλούριου (πριν περίπου 424 εκ. χρόνια, όπου και η εμφάνιση των πρώτων χερσόβιων φυτών).

Από πότε υπήρξε ζωή πάνω στη Γη;

Τα παλαιότερα ίχνη ζωής βρέθηκαν σε γεωλογικά στρώματα στη Δ. Αυστραλία (βρέθηκαν βακτηριόμορφοι, προκαρυωτικοί οργανισμοί) και είναι ηλικίας 3,5 δισεκ. χρόνων, δηλ. 1 δισεκ. χρόνια μετά τη δημιουργία της Γης. Επομένως, η εμφάνιση της ζωής πρέπει να έγινε πολύ νωρίτερα.

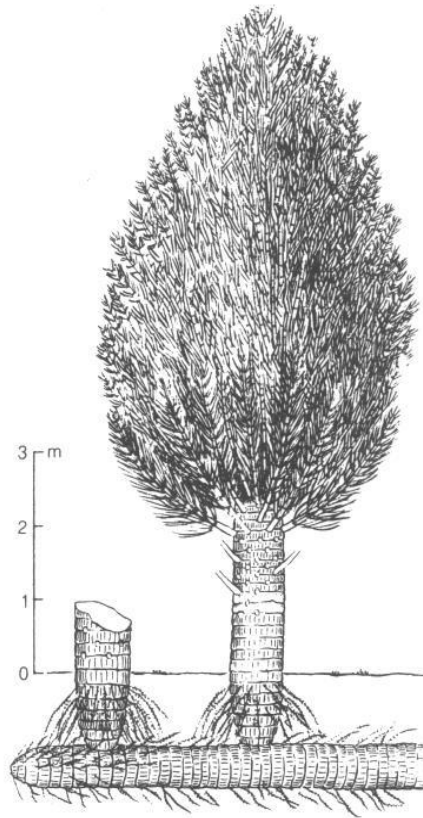
Παλαιοφυτικός αιώνας (Περίοδος των Πτεριδοφύτων)

Αρχίζει με την εμφάνιση των πρώτων χερσόβιων φυτών ης κλάσης Psilophytopsida (Psilophytatae) (πριν 420 εκατ. χρόνια)



Κλάση: Psilophytopsida (εξαφανίστηκαν πριν 400 εκ. χρόνια)
Αθρ.: Πτεριδόφυτα

Το παλαιότερο γνωστό απολίθωμα των πτεριδοφύτων (χερσοβίων).

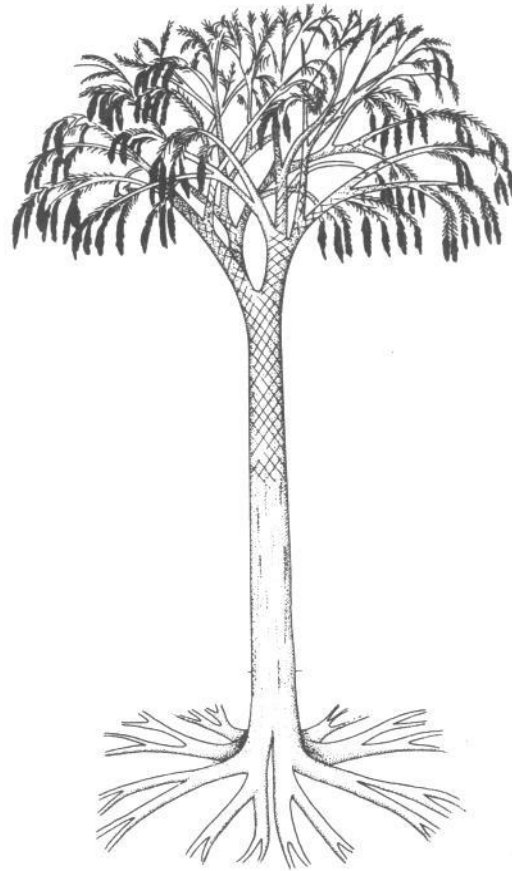


Εικ. 62. *Calamites*. Σχηματική αναπαράσταση ολοκλήρου ατόμου καί μέρους κορμού προερχομένων από το ίδιο ριζώμα (κατά EMBERGER).

Κλάση: Equisetatae

Αθρ.: Πτεριδόφυτα

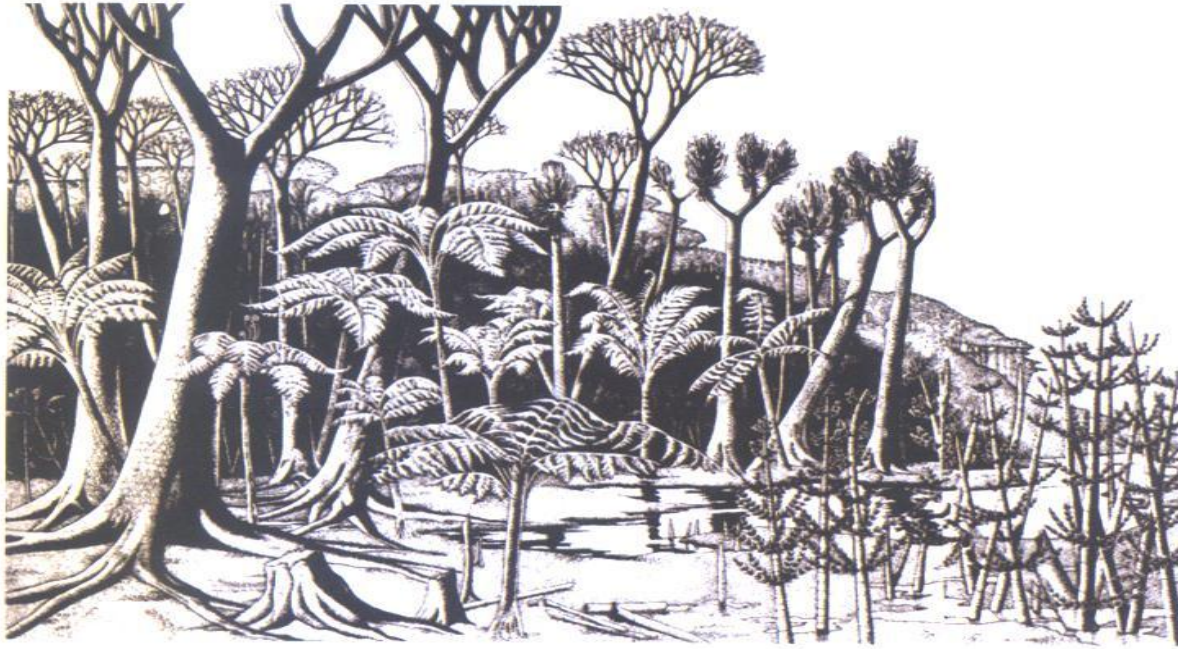
Τα πτεριδόφυτα κυριάρχησαν κατά το **Ανώτερο Δεβόνιο, Λιθανθρακοφόρο** και **Πέρμιο** όπου δημιουργήθηκαν και τα κύρια αποθέματα λιθανθράκων (κλίμα τροπικό).



Εικ. 58. *Lepidodendron* (αναπαράσταση, X1/180) (κατά WILSON e.a.).

116

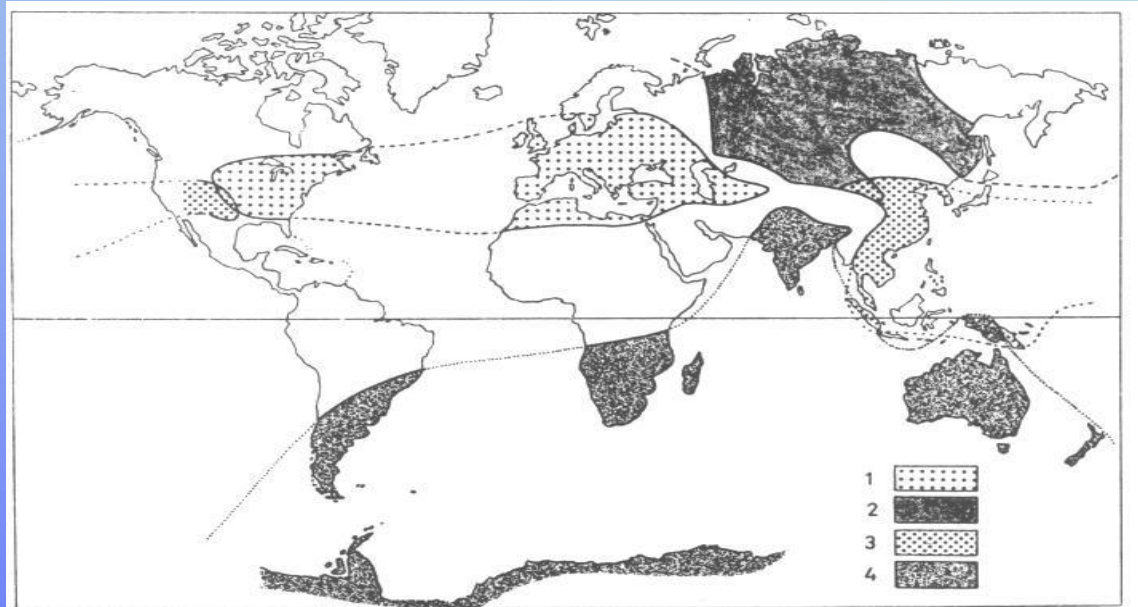
Κλάση: Lycopodiatae
Αθρ.: Πτεριδόφυτα



Εικ. 100. Τοπίο του Ανωτέρου Λιθανθρακοφόρου με την χαρακτηριστική διάπλασή του (Ευραμερικανική γλωβιδική περιοχή). Ο ανώτερος όροφος των δένδρων του ελώδους δάσους συνίσταται από το *Lepidodendron* με την ισχυρώς διχαλωτή, διακλαδιζόμενη κόμη) και την *Sigillaria* (με την απλή ή λίγο διακλαδιζόμενη κόμη). Οι δενδρώδεις Πτέριδες του υπορόφου, πιθανώς, είναι είδη της κλασ. Filicopsida ή της κλασ. Pteridospermae, τα ελόβια άτομα (δεξιά της εικόνας) είναι είδη του γένους *Calamites* (κλασ. Equisetopsida). Το δάσος στις παρυφές του όρους (στο βάθος της εικόνας) συνίσταται από είδη του γένους *Cordaites*. (Κατά Raven & al. 1985).

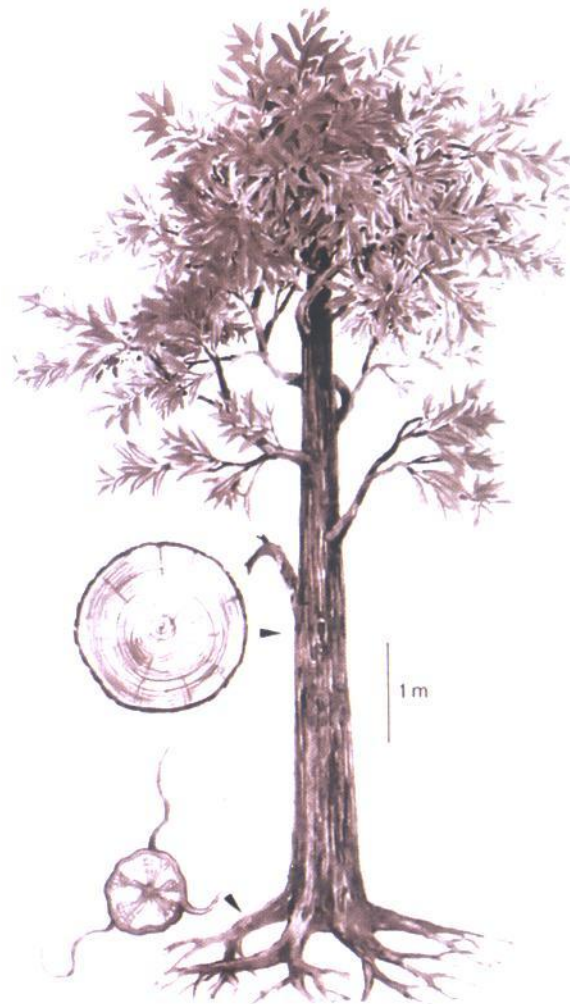
Δενδρώδεις πτέριδες υπάρχουν σήμερα στις τροπικές περιοχές.

Μεγάλες χλωριδικές περιοχές



Εικ. 46. Κατανομή των χλωρίδων του ανωτέρου Παλαιοζωϊκού επί των σημερινών ηπείρων: 1. Ευραμερικανική χλωρίδα. 2. Angara-χλωρίδα. 3. Kathaysia-χλωρίδα. 4. *Glossopteris*-χλωρίδα (κατά WESLEY, 1963).

1. **Ευραμερικανική:** Κ. Ευρώπη, Β. Αφρική, Β. Αμερική (κυρίως δενδρώδη γένη Πτεριδοφύτων, στο τέλος της περιόδου και κωνοφόρα)
2. **Angara:** Β. Ασία (χαρακτηριστικά γένη πτεριδοφύτων: *Angaridium*, *Gondwanidium*, *Ginkgophyllum*. Επίσης λίγα κωνοφόρα)
3. **Kathaysia:** ΝΑ Ασία (χαρακτηριστικό γένος *Gigantopteris*)
4. **Gondwana ή Glossopteris:** Ν. Αμερική, Ν. Αφρική, Ινδίες, Αυστραλία, Ανταρκτίδα (χαρακτ. γένος *Glossopteris*, επίσης το γένος *Gangamopteris*, γένη της κλάσης Lycopodiales και μερικά Γυμνόσπερμα).



Εικ. 99. Δένδρο του γένους *Glossopteris*, ύψους περίπου 10 m. (Από τους Frey & Lössch 1998).

Μεσοφυτικός αιώνας (περίοδος των Γυμνοσπέρμων)

Από το **Ανώτερο Πέρμιο** (πριν 256 εκ. χρόνια, κλίμα γίνεται ψυχρότερο) μέχρι το **Κατώτερο Κρητιδικό** (πριν 97 εκατ. χρόνια).

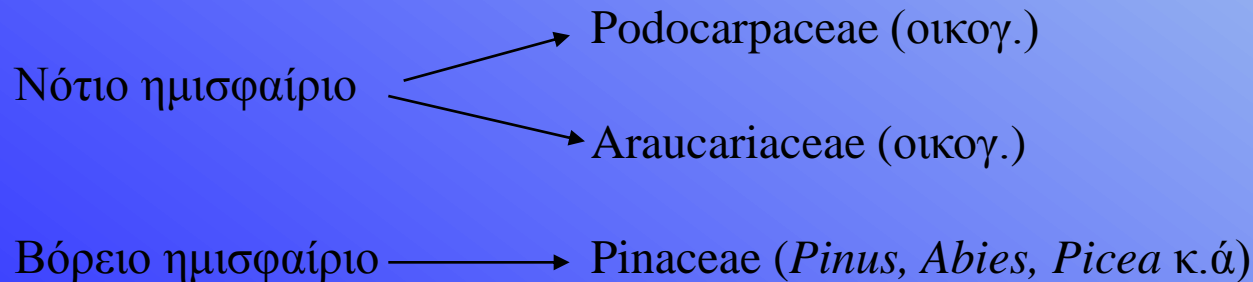
Κυριαρχούν:

κλάση Ginkgoopsida (*Ginkgo biloba*)

κλάση Pinopsida

κλάση Cycadopsida και Bennetitopsida

Σήμερα, **Κωνοφόρα** (υποκλ. Pinidae) είναι η σπουδαιότερη ομάδα Γυμνοσπέρμων:



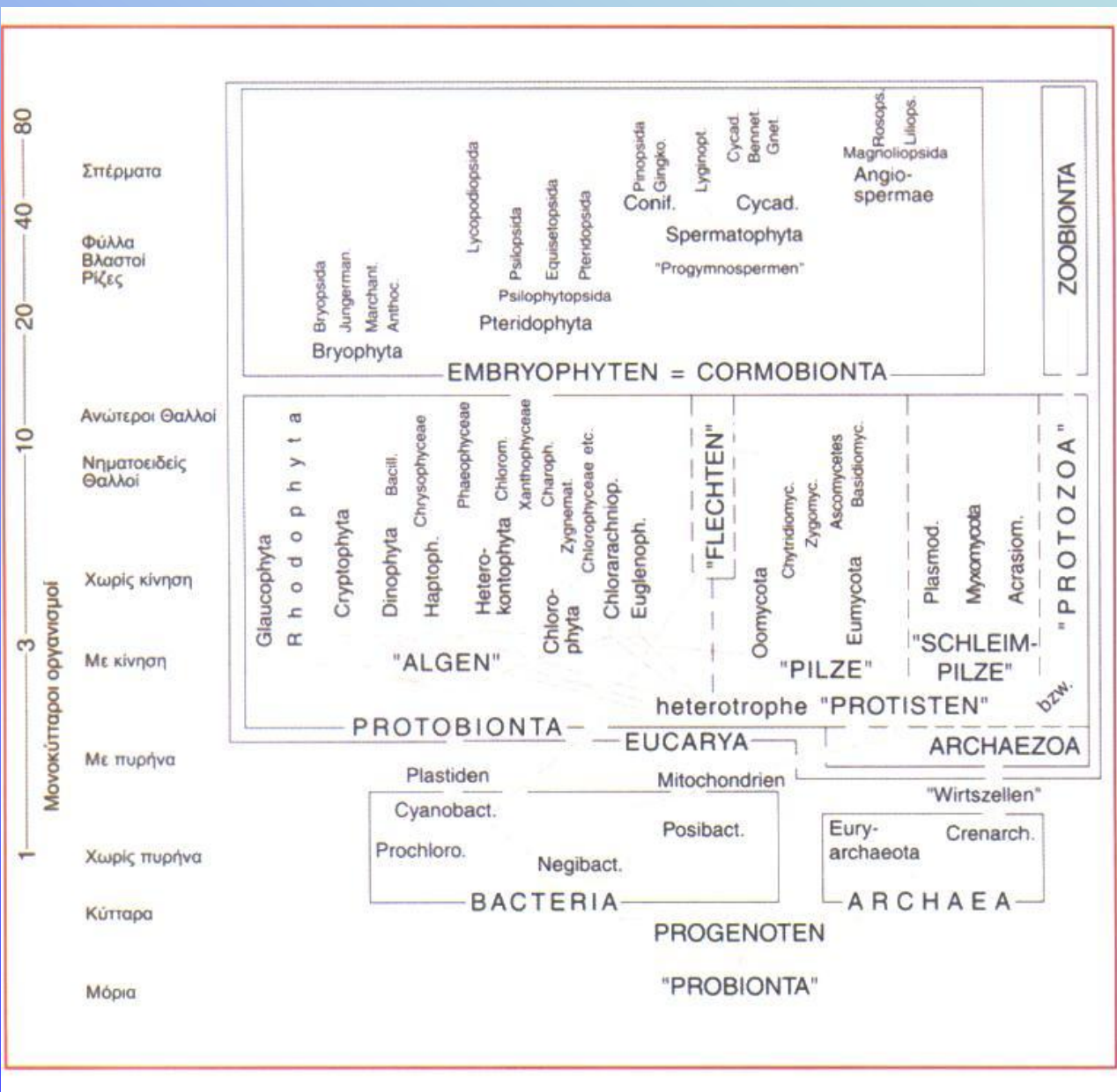


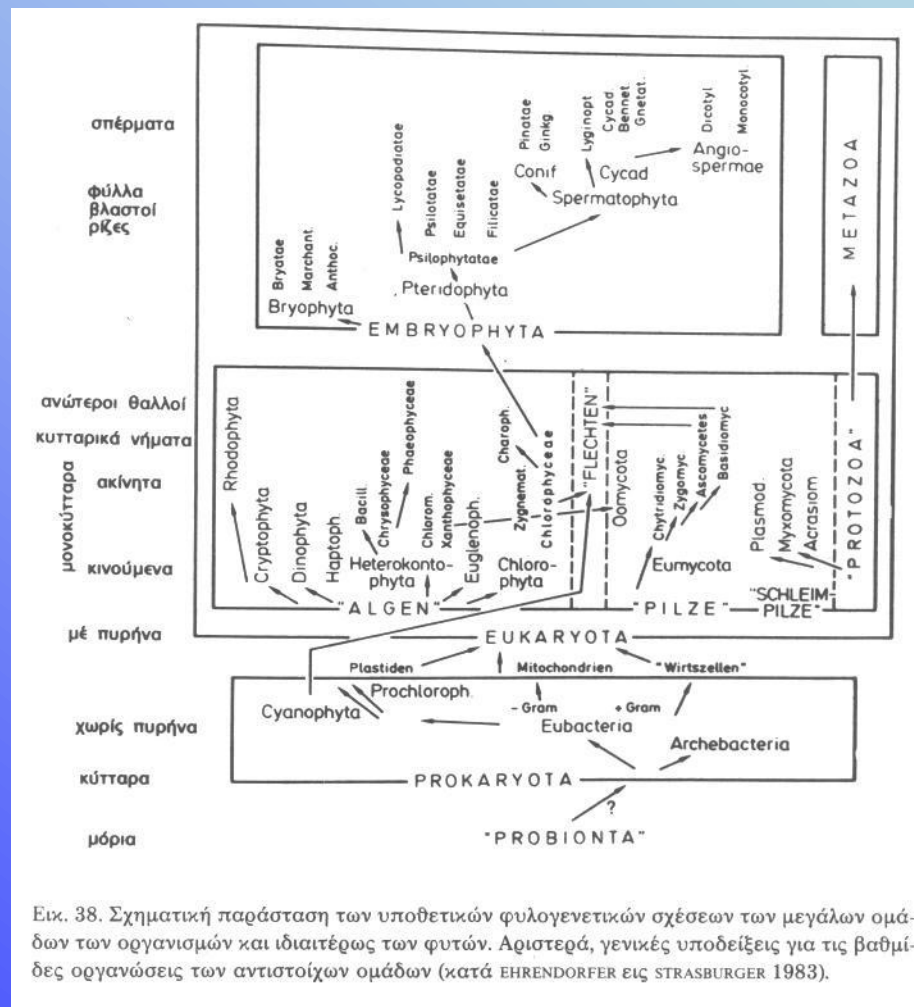
Εικ. 19. Κλαδίσκος με φύλλα και καρπούς της *Ginkgo biloba*. (Φωτ. S. Tränkner, Senckenbergmuseum, Frankfurt).

Ανακαλύφθηκε το 1956 στη ΝΑ. Κίνα.

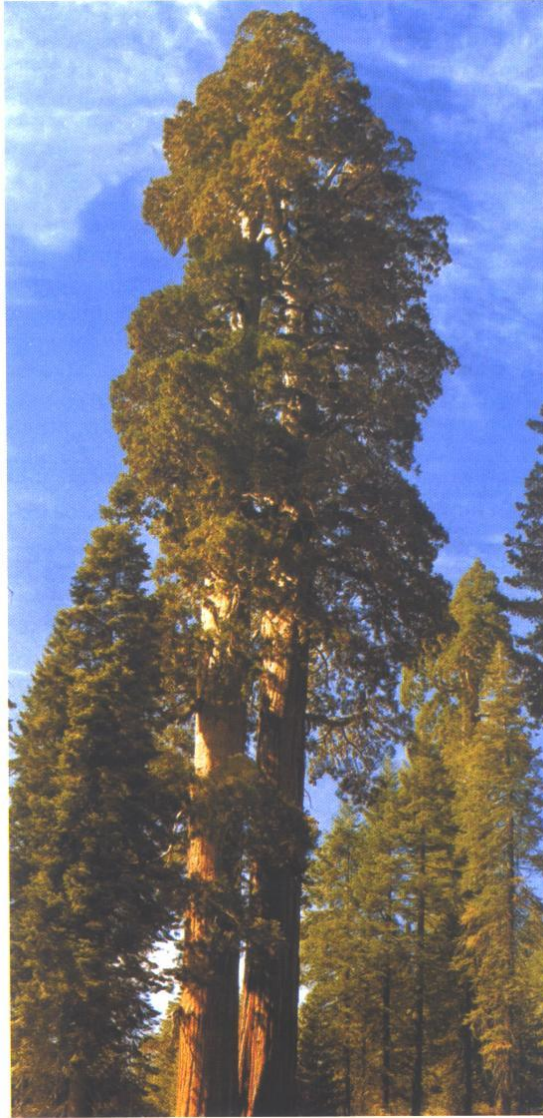
κλάση Ginkgoopsida

ΤΕΛΟΣ

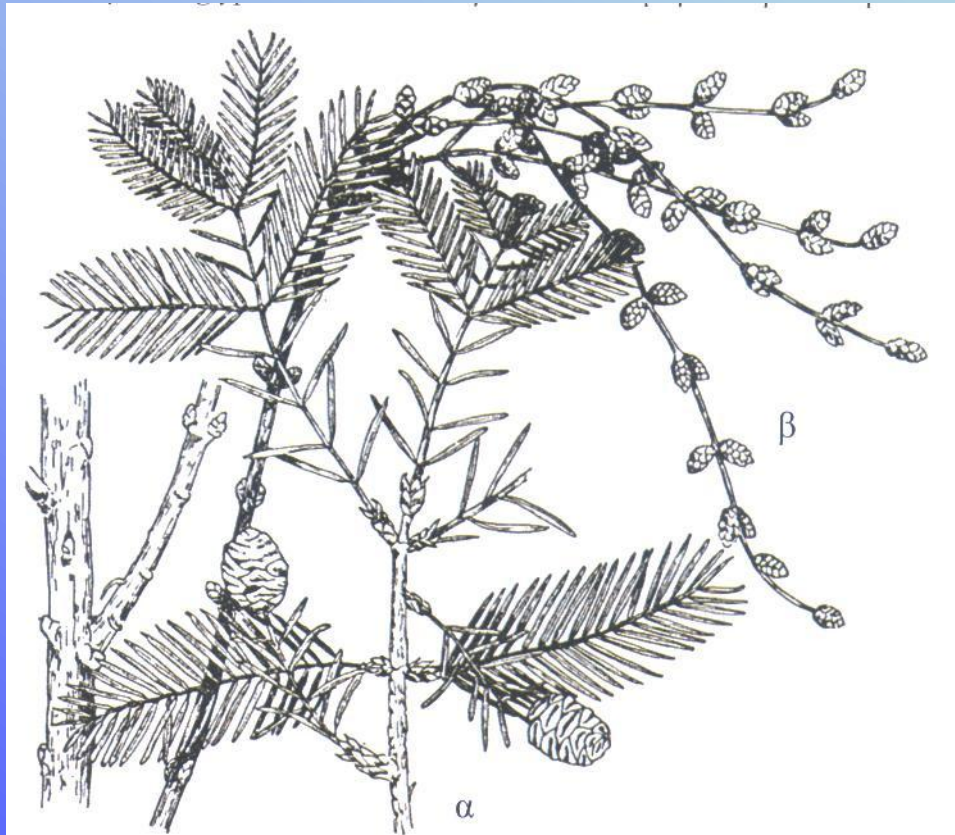




Εικ. 38. Σχηματική παράσταση των υποθετικών φυλογενετικών σχέσεων των μεγάλων ομάδων των οργανισμών και ιδιαίτερος των φυτών. Αριστερά, γενικές υποδείξεις για τις βαθμίδες οργανώσεις των αντιστοιχών ομάδων (κατά EHRENDORFER εις STRASBURGER 1983).



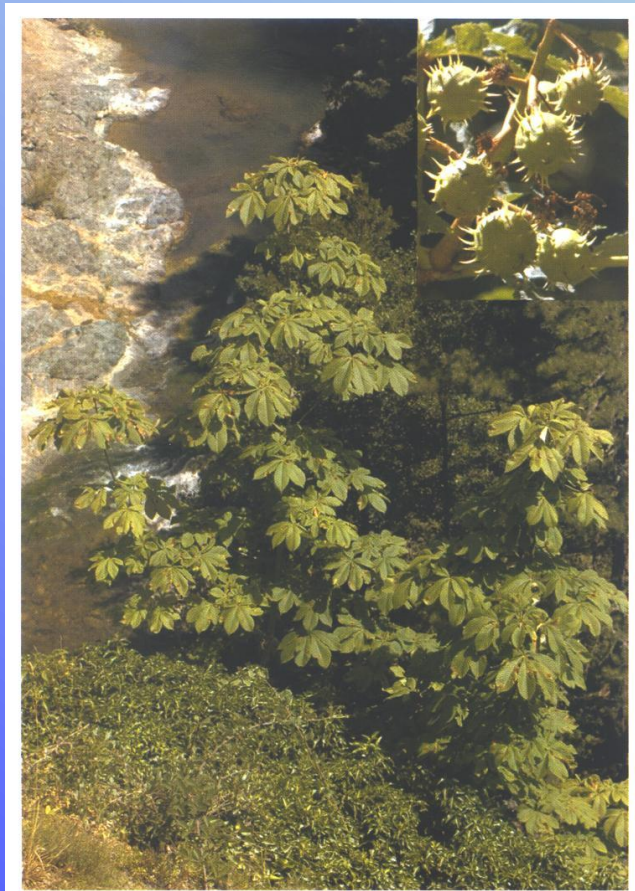
Εικ. 102. *Sequoia sempervirens*. Από το δάσος του πάρκου *Sequoia* της ΒΔ. Καλιφόρνιας. (Φωτ. E. Coure).



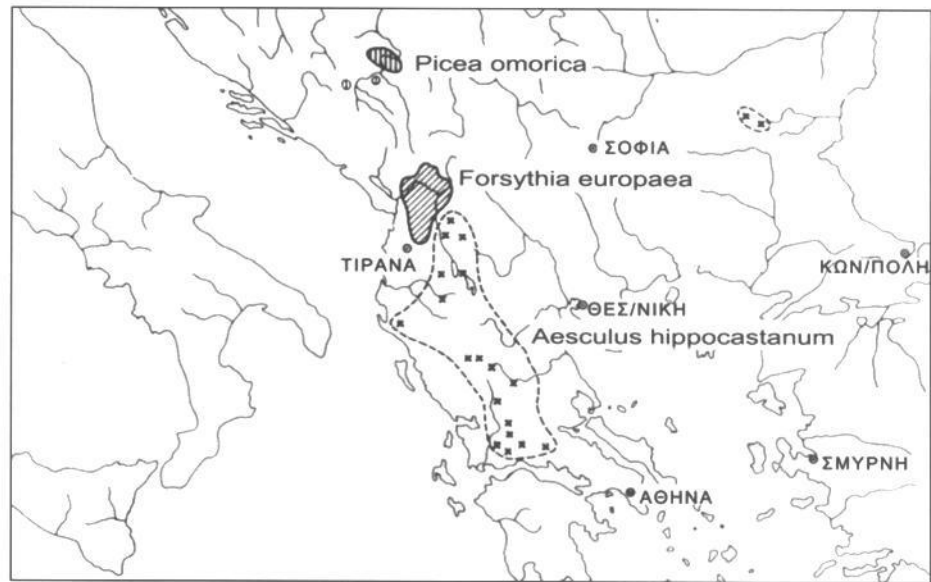
Εικ. 103: *Metasequoia glyptostroboides*: α, κλαδίσκος με φύλλα και θήλεις κώνους κατά το θέρος· β, κλαδίσκος άφυλλος με άρρενα άνθη κατά τον χειμώνα. (Από τους Walter & Straka 1970).

Πίνακας 2. Γένη Σπερματοφύτων, τα οποία εξαφανίσθηκαν από την Κεντρική Ευρώπη κατά τις διάφορες περιόδους (+) του Τριτογενούς και το κατώτερο Πλειστόκαινο. (Κατά Walter & Straka 1970).

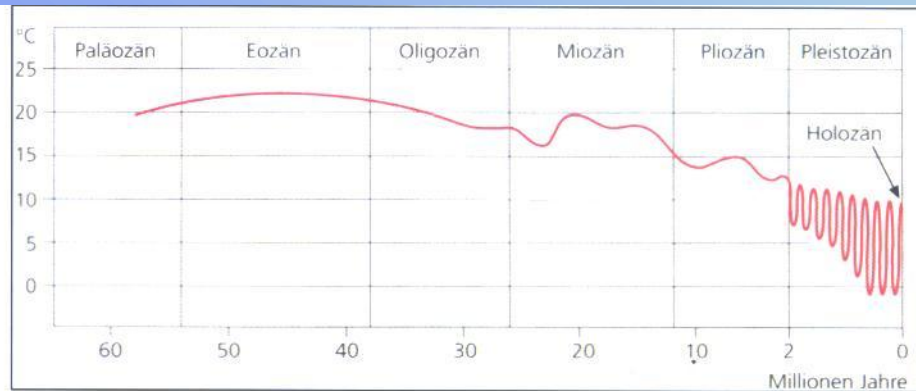
	Ολιγ.	Μειοκ.	Πλειοκ.	Πλειστ.
<i>Ginkgo</i>		+	
<i>Sequoia</i>			+
<i>Taxodium</i>			+
<i>Tsuga</i>			+
<i>Magnolia</i>			+
<i>Liquidambar</i>			+
<i>Engelhardia</i>	+		
<i>Pterocarya</i>			+
<i>Mastixia</i>	+		
<i>Nyssa</i>			+
<i>Symplocaceae</i>			+
<i>Arecaceae</i>			+



Εικ. 104: *Aesculus hippocastanum*, από την Βάλια Κάλντα (Ηπειρος). Άνω δεξιά της εικόνας, οι καρποί του δένδρου. (Φωτ. Α. Τσιρούκης).



Εικ. 105: Γεωγραφική εξάπλωση μερικών τριτογενών, υπολειμματικών ειδών στην Βαλκανική*. (Κατά Fukarek από Horvat & al. 1974).



Εικ. 106: Διακύμανση της μέσης ετησίας θερμοκρασίας στην Δ. και Κ. Ευρώπη κατά το Τριτογενές και Τεταρτογενές. Η κλίμακα του χρόνου για το Τεταρτογενές (Πλειστόκαινο και Ολόκαινο) είναι τετραπλάσια εκείνης για το Τριτογενές, ενώ ο αριθμός των ψυχρών και θερμών περιόδων μικρότερος του πραγματικού. (Από τον Lang 1994).

Πίνακας 3. Διάκριση της Τεταρτογενούς περιόδου σε παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις εποχές στις Άλπεις.

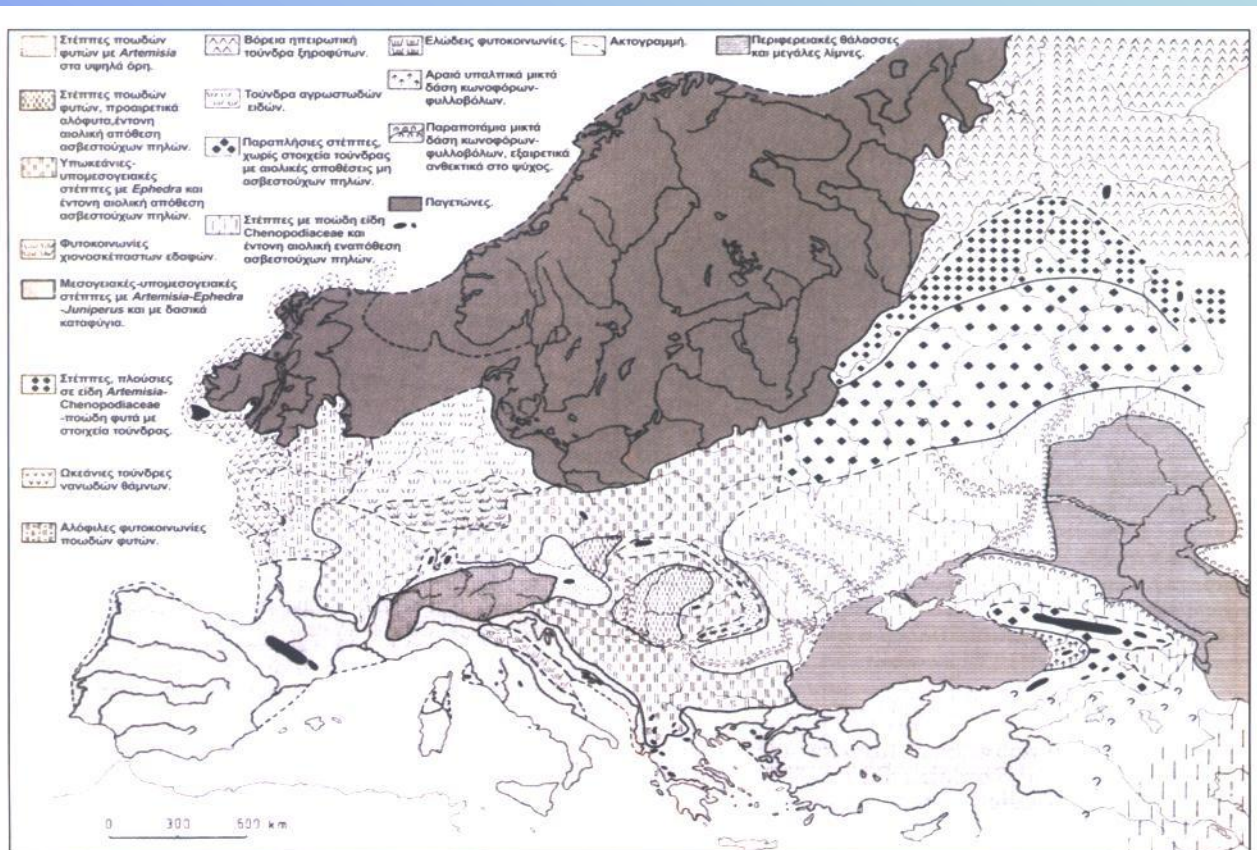
Χιλιάδες έτη (χ.ε.) πριν από σήμερα	Άλπεις			
	Περίοδοι	Βαθμίδες ή εποχές		
10,1	Ολόκαινο = Μεταπαγετώδης εποχή			
100	Πλειστόκαινο	Ανώτερο		
500		Μέσο	Βούρμιος παγετώδης εποχή	115 χ.ε.
			Ρίσιος/Βούρμιος μεσοπαγετώδης εποχή	128 χ.ε.
			Ρίσιος παγετώδης εποχή	180 χ.ε.
			Μινδέλιος/Ρίσιος μεσοπαγετώδης εποχή	245 χ.ε.
			Μινδέλιος παγετώδης εποχή	350 χ.ε.
1000		Κατώτερο	Γκίνζιος/Μινδέλιος μεσοπαγετώδης εποχή	730 χ.ε.
			Γκίνζιος παγετώδης εποχή	1100 χ.ε.
			Δανούβιος/Γκίνζιος μεσοπαγετώδης εποχή	1300 χ.ε.
1500			Δανούβιος παγετώδης εποχή	1600 χ.ε.
2000		Βιβέριος ή Μπριγκένιος/Δανούβιος μεσοπαγετώδης εποχή	2150 χ.ε.	
2400		Βιβέριος ή Μπριγκένιος παγετώδης εποχή	2400 χ.ε.	



Εικ. 107. Κλαδίσκος με καρπούς του *Acer pseudoplatanus* (Σφένδαμνος).



Εικ. 108. *Dryas octopetala*. (Φωτ. www.biopix.com).



Εικ. 109. Η βλάστηση της Ευρώπης κατά την κορύφωση της τελευταίας παγετώδους εποχής (περίπου πριν 20.000–17.000 έτη από σήμερα). Να δοθεί προσοχή στις επελθούσες από τότε μεταβολές των ακτογραμμών και της φυτοκάλυψης. (Κατά Frenzel, από Strasburger 1999).

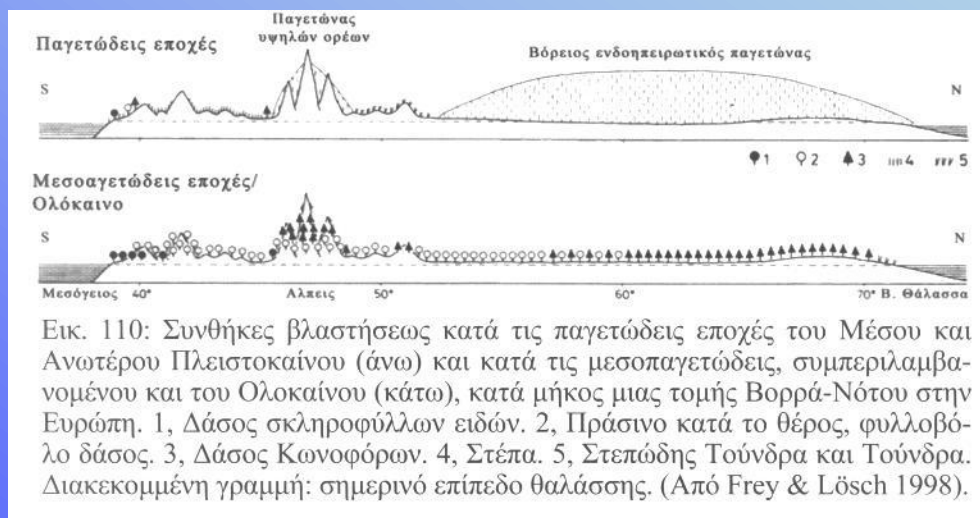
Πίν. 4. Διάκριση της τελευταίας ψυχρής εποχής (υπαρκτική εποχή) και της μεταπαγετώδους εποχής (Ολόκαινο).

α. Μεταπαγετώδης εποχή (Ολόκαινο)

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1. Μεταθερμή εποχή (Υπατλαντική) | (2.500 - σήμερα) |
| 2. Ανώτερη θερμή εποχή (Υποβόρεια) | (4.500 - 2.500 π.Χ.) |
| 3. Μέση θερμή εποχή (Ατλαντική) | (7.500 - 4.500 π.Χ.) |
| 4. Κατώτερη θερμή εποχή (Βόρεια) | (8.500 - 7.500 π.Χ.) |
| 5. Προθερμή εποχή (Προβόρεια) | (10.100 - 8.500 π.Χ.) |

β. Υπαρκτική εποχή (τέλος Πλειστοκαίνου)

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| 1. Νεότερη υπαρκτική εποχή | (11.000 - 10.100 π.Χ.) |
| 2. Μέση υπαρκτική εποχή | (11.800 - 11.000 π.Χ.) |
| 3. Παλαιότερη υπαρκτική εποχή | (12.500 - 11.800 π.Χ.) |



Πίν. 5: Διάκριση της τελευταίας παγετώδους εποχής και του Ολοκαίνου στην Κ. Ευρώπη. Θ, θερμή έως θερμότερη εποχή. Ψ, ψυχρή έως ψυχρότερη εποχή. ΑΓΔ, απουσία γυρεοκόκκων δένδρων. Αριθμός άνω των εγκαρσίων γραμμών = χρονολόγηση συμφώνως προς την ραδιοχρονολόγηση. Αριθμός κάτω των εγκαρσίων γραμμών = χρονολόγηση συμφώνως προς την δενδροχρονολόγηση. Διακεκομμένες εγκάρσιες γραμμές = διαφορές μεταξύ της ραδιο- και της δενδροχρονολογήσεως. (Από Frey & Lössch 1998, ελαφρώς τροποποιημένος).

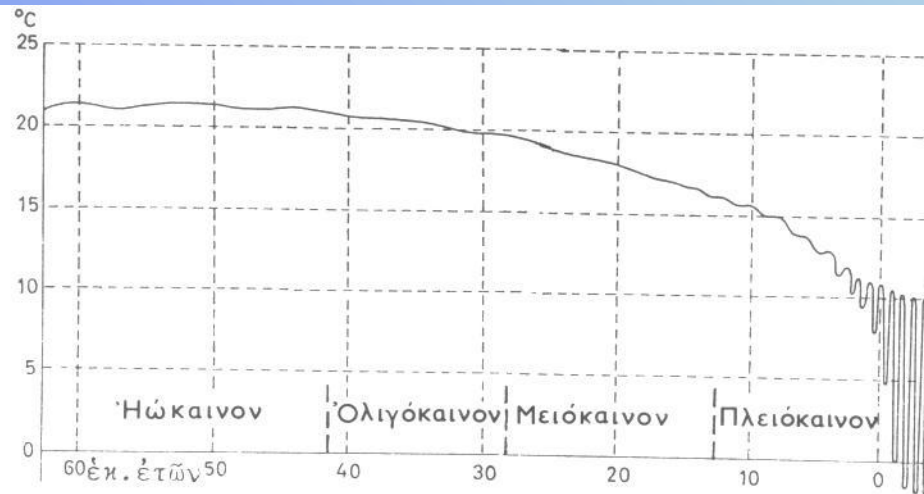
Από σήμερα	Ζώνες Γυρης	Κλιματική διάκριση			Πολιτισμοί	
1.000	XII <i>Fagus Picea/ σιτηρά</i>	Μεταθερμή εποχή (Υπατλαντική)	Παλαιότερη	ΟΛΟΚΑΙΝΟ (Μεταπαγετώδης εποχή)	Ιστορική εποχή	
	XI <i>Fagus/ Carpinus</i>					
2.000	X <i>Fagus/ Quercus</i>	2.500	2.800		Εποχή σιδήρου	
3.000	IX <i>Quercetum mixtum/Alnus</i>	Ανώτερη θερμή εποχή (Υποβόρεια)	Θ		Εποχή ορειχάλκου	
4.000			4.500		3.800	
5.000	VIII <i>Quercetum mixtum/Corylus</i>	Μέση θερμή εποχή (Ατλαντική)	Θ		Νεολιθική εποχή	
6.000			7.500			6.500
7.000			8.500			Μεσολιθική εποχή
8.000	VII <i>Corylus/ Quercetum mixtum</i>	8.800				
9.000	VI <i>Pinus/Corylus</i>	Προθερμή εποχή (Προβόρεια)	Θ		10.100	
10.000	V <i>Betula/Pinus</i>	10.100				
11.000	IV Τούνδρα πτωχή σε δένδρα <i>Betula/Pinus /ΑΓΔ</i>	Νεότερη	Ψ	ΠΑΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ Τελευταία παγετώδης εποχή		Νεότερη Παλαιολιθική εποχή
	12.000	III <i>Betula/Pinus</i>	Μέση		Θ	
13.000	II Τούνδρα πτωχή σε δένδρα <i>Betula/ΑΓΔ</i>	Παλαιότερη	Ψ			
			Θ			
14.000	ΑΓΔ	Ανώτερη Αρκτική εποχή / Αδενδρη	Ψ			



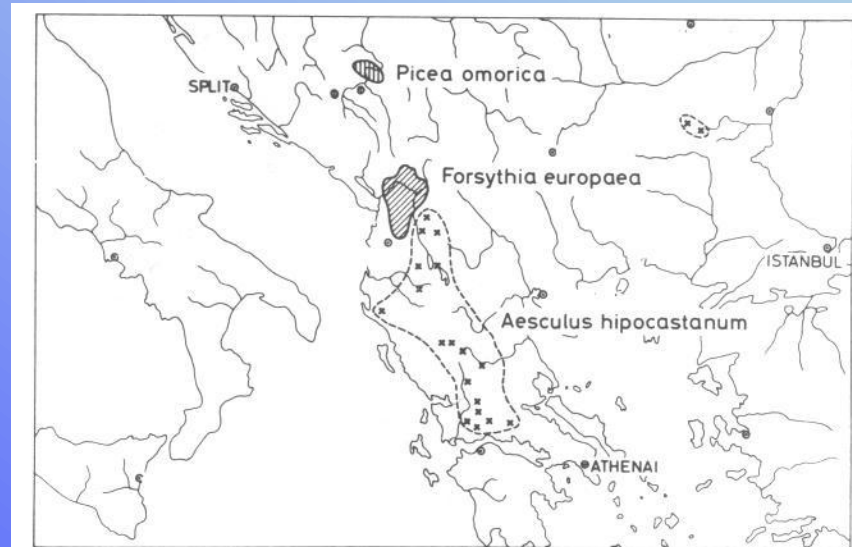
Εικ. 111. *Coryllus avellana*. (Φωτ. www.biopix.com).



Εικ. 112. *Carpinus betulus*. (Φωτ. www.biopix.com).



Εικ. 49. Διακύμανση της μέσης ετησίας θερμοκρασίας στην Κ. Ευρώπη κατά το Τριτογενές και Τεταρτογενές (η κλίμακα του χρόνου για το Τεταρτογενές είναι τετραπλάσια εκείνης για το Τριτογενές) (κατά WOLDSTEDT, 1954).



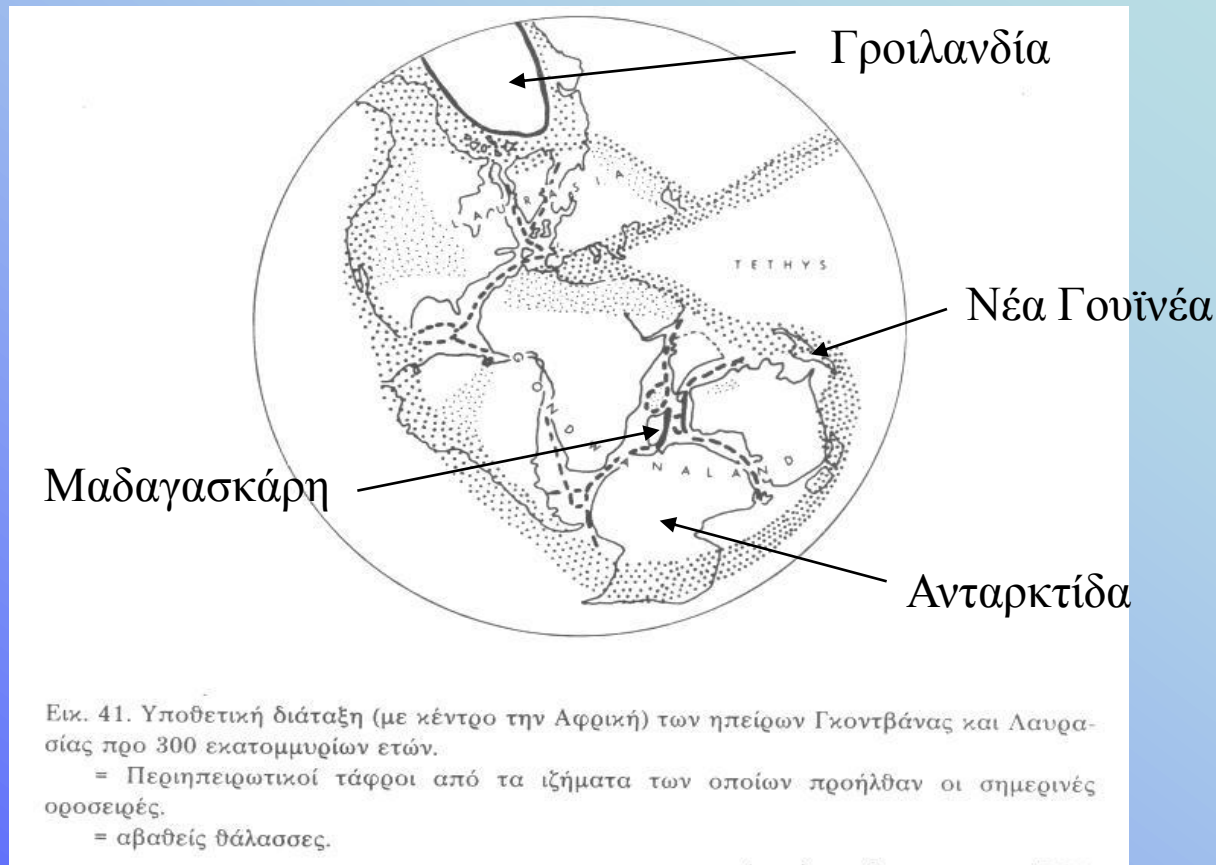
Εικ. 53. Γεωγραφική εξάπλωση μερικών τριτογενών υπολειμματικών ειδών (κατά HORVAT et al.)



Εικ. 56. Απολιθωμένος κορμός του είδους *Sequoia sempervirens* από την Λέσβο (κατά Ε. ΒΕΛΙΤΖΕΛΟΝ).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Αιώνας	Περίοδοι		Απόλυτη ηλικία σε έτη	Αιώνας	
Καινοζωϊκός	Τεταρτογενές	Ολόκαινο Πλειστόκαινο	2 εκ.	Νεοφυτικός (περίοδος Αγγειοσπέρμων)	
	Τριτογενές	Νεογενές	Πλειόκαινο Μειόκαινο		23 »
		Παλαιογενές	Ολιγόκαινο Ηώκαινο Παλαιόκαινο		65 »
Μεσοζωϊκός	Κρητιδικό		141 »	Μεσοφυτικός (περίοδος Γυμνοσπέρμων)	
	Ιουρασικό	Μάλμιο Δογγέριο Λιάσιο	195 »		
	Τριαδικό	Ανω Τριαδικό Μέσο Τριαδικό Κάτω Τριαδικό	230 »		
Παλαιοζωϊκός	Πέρμιο		280 »	Παλαιοφυτικός (περίοδος Πτεριδοφύτων)	
	Λιθανθρακοφόρο		345 »		
	Δεβόνιο		405 »		
	Σιλούριο		500 »		
	Κάμβριο		600 »		
Προ-κάμβριο	Πρωτεροζωϊκός αιώνας Αρχαιοζωϊκός αιώνας Καταρχαιοζωϊκός αιώνας		3800 »	Αρχαιοφυτικός (περίοδος Φυκών)	



Υπερήπειροι (τέλος παλαιοφυτικού)

Γκοντβάνα: Ν. Αμερική, Αφρική, Μαδαγασκάρη, Αυστραλία, Νέα Γουϊνέα, Ανταρκτίδα (κλίμα παγετώδες).

Λαυρασία: Ευρασία, Γροιλανδία, Β. Αμερική (κλίμα θερμό και υγρό→ξηρό)

Οι διαφορές του κλίματος αυτών των δύο ηπειρωτικών μαζών ήταν **μεγάλες**



πριν 250 εκ. χρόνια

Εικ. 42: Η Παγγαία κατά το Πέρμιο και Τριαδικό. Οι διακεκομμένες γραμμές σημειώνουν τις σημερινές ηπειρωτικές ακτές. Οι διαδοχικές θέσεις του νοτίου Πόλου, από το Κάμβριο μέχρι το Ιουρασιακό, δεικνύονται με σειρά κηλίδων (κατά C. BARRY e.a. 1973).

Οι δύο υπερήπειροι εκινήθηκαν η μία προς την άλλη, συνενώθηκαν και αποτέλεσαν κατά το Πέρμιο ενιαία ήπειρο την Παγγαία.