



Γενική Μικροβιολογία

Ενότητα 14^η

ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ

Όνομα καθηγητή: **Δ. ΓΕΩΡΓΑΚΟΠΟΥΛΟΣ**

Όνομα καθηγητή: **Γ. ΖΕΡΒΑΚΗΣ**

Όνομα καθηγητή: **ΑΝ. ΤΑΜΠΑΚΑΚΗ**

Τμήμα: **ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- Η φυλογενετική των μικροοργανισμών και οι μέθοδοι υπολογισμού των φυλογενετικών σχέσεων.

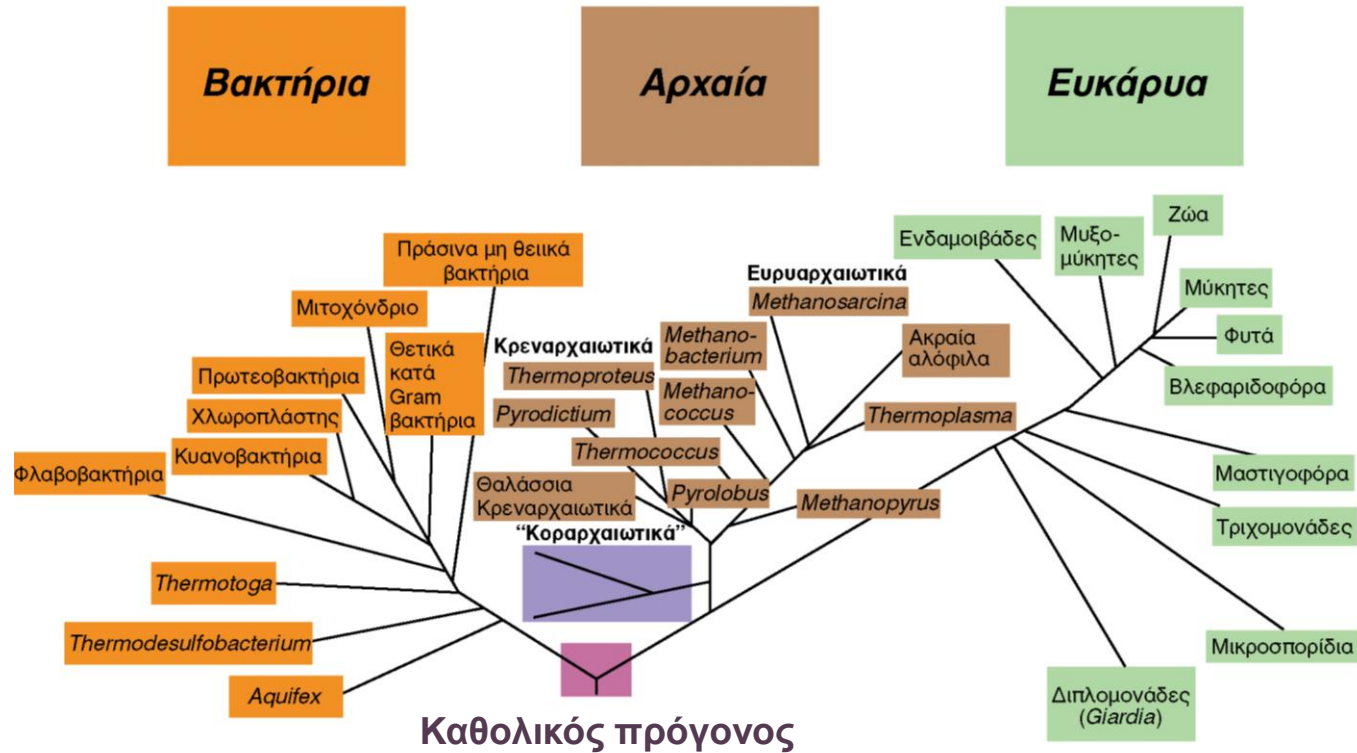


ΤΟ ΟΙΚΟΥΜΕΝΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

- Καθολικός πρόγονος
- Αρχαία: πολλά ιδιαίτερα γονίδια, άλλα κοινά με Βακτήρια και Ευκάρυα
 - ❑ Οριζόντια (πλευρική) μεταφορά (πχ ένζυμα-κλειδιά)
 - ❑ Αργότερα στην εξέλιξη, φραγμοί στην οριζόντια μεταφορά



ΤΟ ΟΙΚΟΥΜΕΝΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΖΩΗΣ(2)

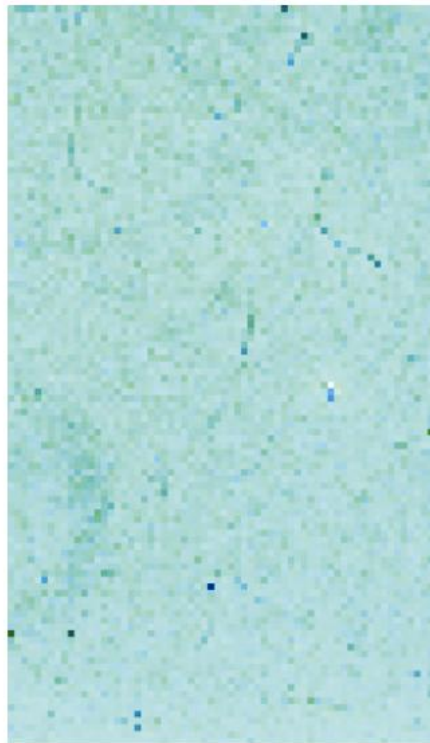


Εικόνα 11.13: Οικουμενικό φυλογενετικό δέντρο, όπως προέκυψε από την συγκριτική ανάλυση των αλληλουχιών ριβοσωματικού RNA. Μόνο λίγοι χαρακτηριστικοί οργανισμοί από κάθε εξελικτική γραμμή απεικονίζονται σε κάθε «χώρο». Για λεπτομερέστερα δέντρα των «χώρων», βλ. Εικόνες 12.1, 13.1, και 14.11. Από τους τρεις «χώρους», οι δύο (Βακτήρια και Αρχαία) περιλαμβάνουν μόνο προκαρυωτικούς αντιπροσώπους. Η θέση που τονίζεται με κόκκινο χρώμα είναι η υποθετική ρίζα του δένδρου, που αντιπροσωπεύει τον καθολικό πρόγονο όλων των κυττάρων.



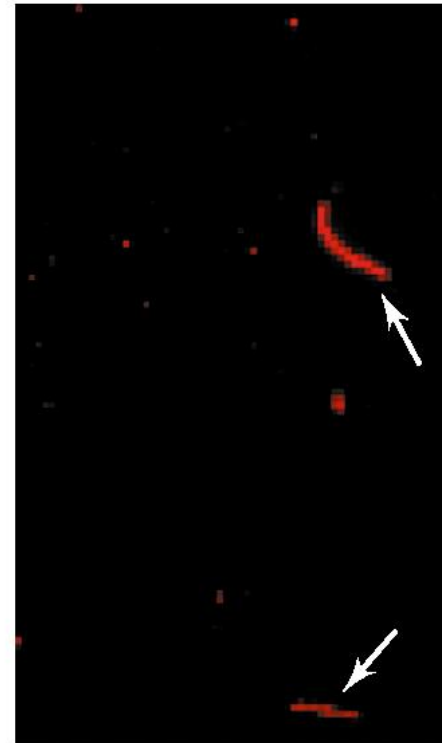
ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΥΤΤΑΡΩΝ «ΚΟΡΑΡΧΑΙΩΤΙΚΩΝ»

ΜΕ ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΧΡΩΣΕΙΣ



Nicole Eijs

(α)



Nicole Eijs

(β)

Εικόνα 11.14: Ταυτοποίηση κυττάρων «Κοραρχαιωτικών» με φυλογενετικές χρώσεις, (α) Μικρογράφημα αντίθεσης φάσεων μιας εμπλουτισμένης καλλιέργειας που περιέχει κύτταρα «Κοραρχαιωτικών». (β) Μικροφωτογραφία φθορισμού του ίδιου πεδίου με το (α), αλλά που έχει υποστεί επεξεργασία με φυλογενετική χρώση σχεδιασμένη με βάση μια αλληλουχία-υπογραφή (βλ. Τμήμα 11.6) από το rRNA 16S των «Κοραρχαιωτικών». Επομένως, τα δύο κύτταρα που έχουν κόκκινο χρώμα στο πεδίο αυτό είναι «Κοραρχαιωτικά».



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (ΦΑΙΝΟΤΥΠΟΣ) ΤΩΝ ΠΡΩΤΑΡΧΙΚΩΝ «ΧΩΡΩΝ» ΤΗΣ ΖΩΗΣ

➤ Κυτταρικά τοιχώματα

➤ Πεπτιδογλυκάνη Βακτηρίων (μουραμικό οξύ)

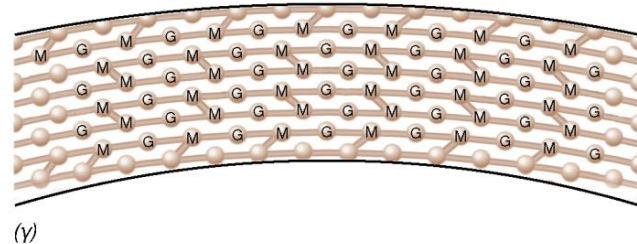
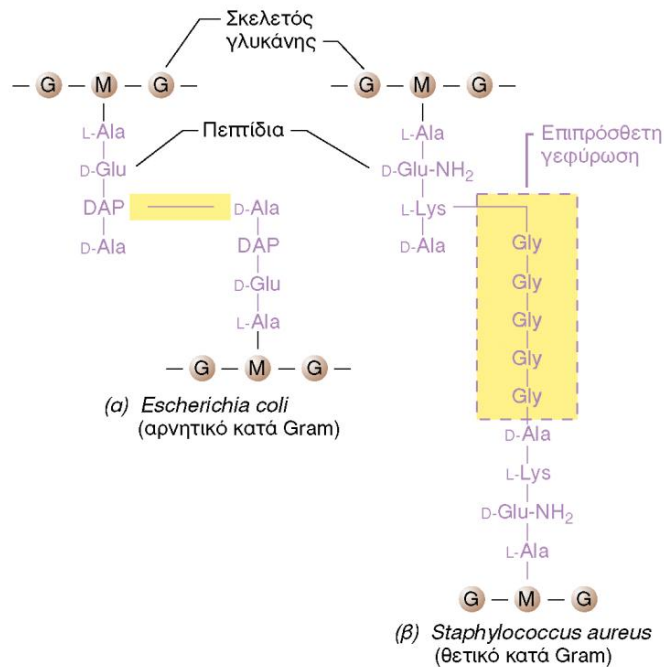
□ Πρωτεΐνες *Planctomyces-Pirella*

➤ Ομάδες χωρίς κυτταρικά τοιχώματα (*Μυκοπλάσματα, Χλαμύδια*)

➤ *Ευκάρια* και *Αρχαία* δεν έχουν πεπτιδογλυκάνη

➤ *Ευκάρια*: κυτταρίνη, χιτίνη (ή χωρίς κυττ.τοίχ.)

➤ *Αρχαία*: διάφοροι τύποι (ψευδοπεπτιδογλυκάνη, πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνη, γλυκοπρωτεΐνη)

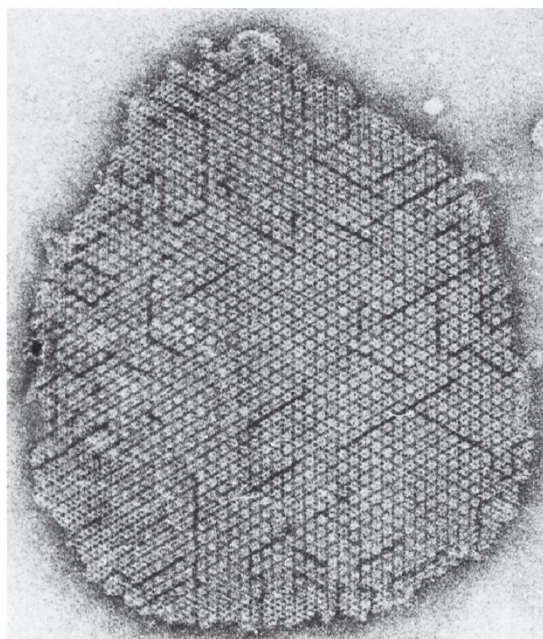
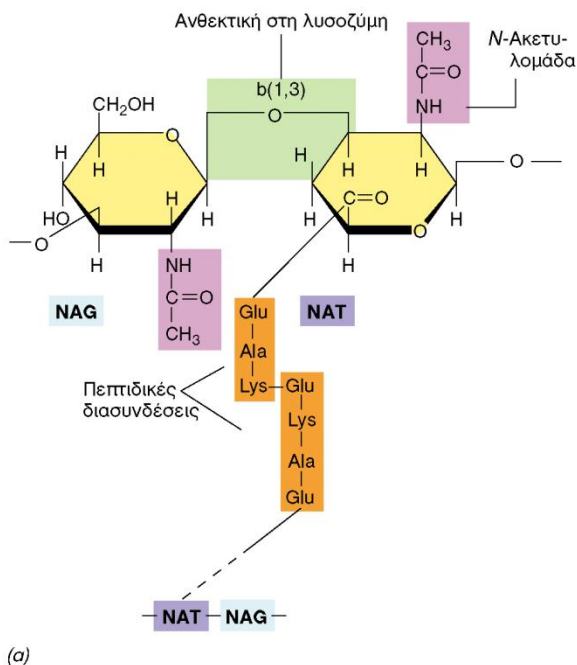


(γ)

Εικόνα 4.31: Τρόποι συνδυασμού των μονάδων πεπτιδίων και γλυκάνης κατά τον σχηματισμό του στρώματος της πεπτιδογλυκάνης. (α) Χωρίς πρόσθετες γεφυρώσεις (στα αρνητικά κατά Gram βακτήρια), (β) Με πρόσθετες γεφυρώσεις γλυκινών (στο θετικό κατά Gram βακτήριο *Staphylococcus aureus*), (γ) Συνολική εικόνα της δομής της πεπτιδογλυκάνης. Το διάγραμμα απεικονίζει διαδοχικές στρώσεις πεπτιδογλυκάνης διασυνδεδεμένες μεταξύ τους. Η πλήρης στιβάδα της πεπτιδογλυκάνης αποτελεί μια συνεχή περιοχή τέτοιων στρώσεων που περικλείει, στον τρισδιάστατο χώρο, το (κυλινδρικό ή σφαιρικό) κύτταρο. G, N-ακετυλογλυκοζαμίνη· M, N-ακετυλομουραμικό οξύ.



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (ΦΑΙΝΟΤΥΠΟΣ) ΤΩΝ ΠΡΩΤΑΡΧΙΚΩΝ «ΧΩΡΩΝ» ΤΗΣ ΖΩΗΣ(2)

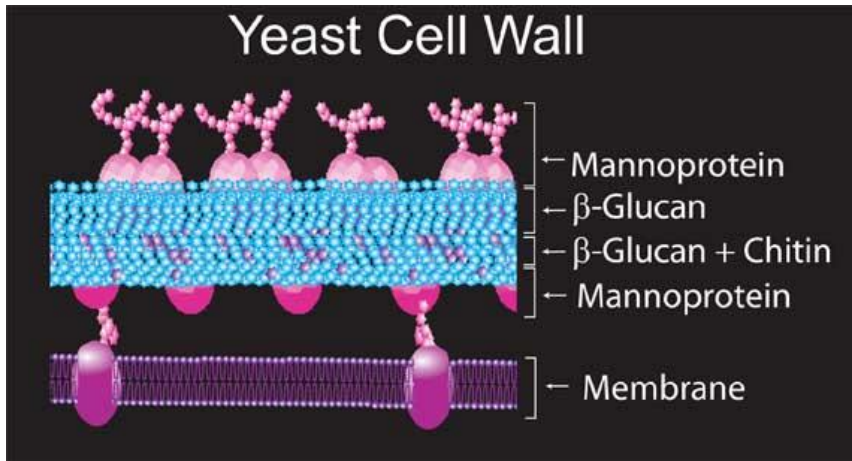


Susan F. Kovel

(β)

Εικόνα 4.34:
Ψευδοπεπτιδογλυκάνη και στιβάδες S. (α) Δομή της ψευδοπεπτιδογλυκάνης, πολυμερούς του κυτταρικού τοιχώματος διαφόρων ειδών του Methanobacterium.

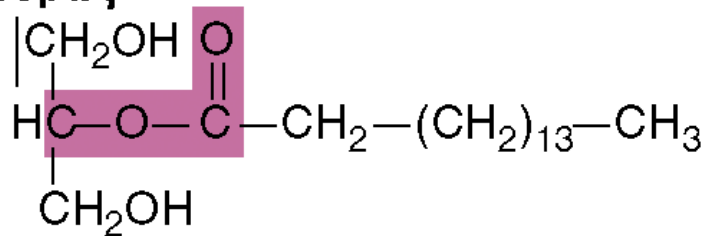
Παρατηρήστε την ομοιότητα με τη δομή πεπτιδογλυκάνης της Εικόνας 4.30, ιδιαίτερα ως προς τις πεπτιδικές διασυνδέσεις, οι οποίες εδώ διασυνδέουν ομάδες N-ακετυλοταλοζαμινοουρονικού (NAT) και όχι μουραμικού οξέος. (β) Ηλεκτρονικό μικρογράφημα διέλευσης ενός τμήματος στιβάδας S, που δείχνει την παρακρυσταλλική φύση αυτής της στιβάδας κυτταρικού τοιχώματος. Η εικονιζόμενη στιβάδα S ανήκει στον προκαρυωτικό οργανισμό Aquaspirillum serpens (είδος βακτηρίου) και εμφανίζει, όπως και πολλές στιβάδες S των Αρχαίων, εξαγωνική συμμετρία.



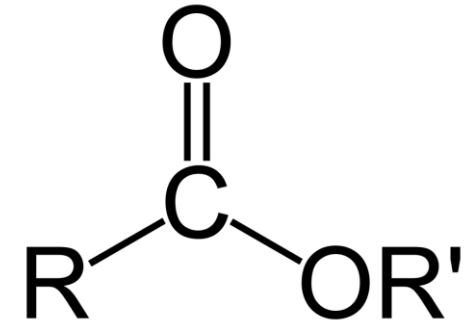


ΛΙΠΙΔΙΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

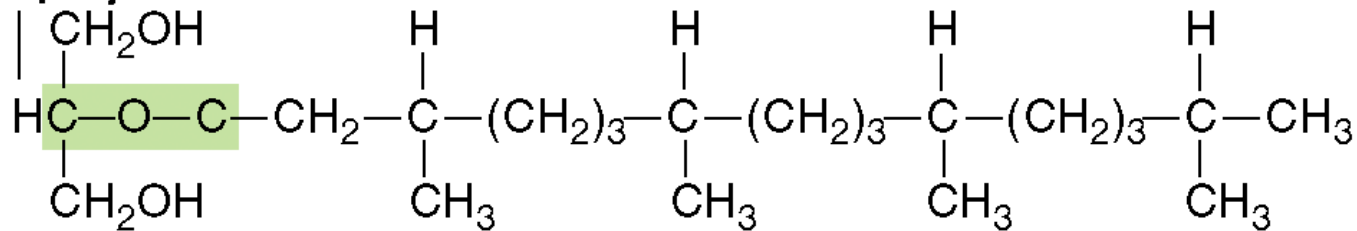
Εστέρας



Βακτήρια, Ευκάρια

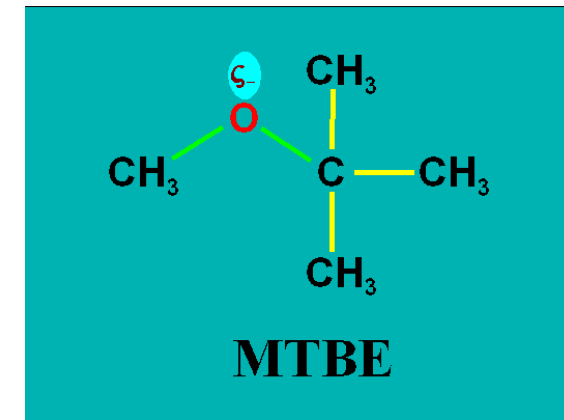


Αιθέρας



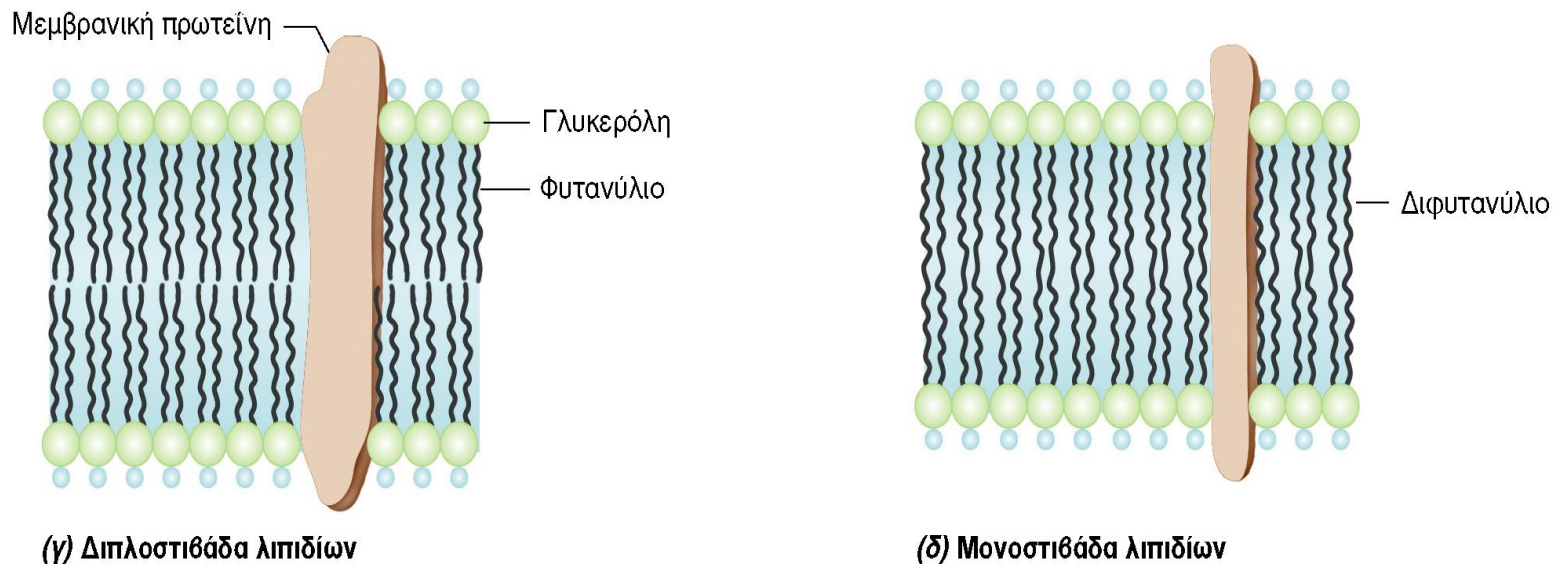
Αρχαία

Εικόνα 11.15: Λιπίδια στα Βακτήρια, τα Ευκάρια, και τα Αρχαία. Στα Βακτήρια και τα Ευκάρια, τα λιπίδια περιέχουν λιπαρά οξέα (εδώ το παλμιτικό οξύ) δεσμευμένα με εστερικούς δεσμούς στη γλυκερόλη. Στα Αρχαία, οι πλευρικές αλυσίδες είναι διακλαδισμένοι υδρογονάνθρακες (εδώ το φυτανύλιο, C₂₀) δεσμευμένοι με αιθερικούς δεσμούς στη γλυκερόλη. Το φυτανύλιο συντίθεται από το ισοπρένιο (Δεσμός με Εικόνα 4.19γ).





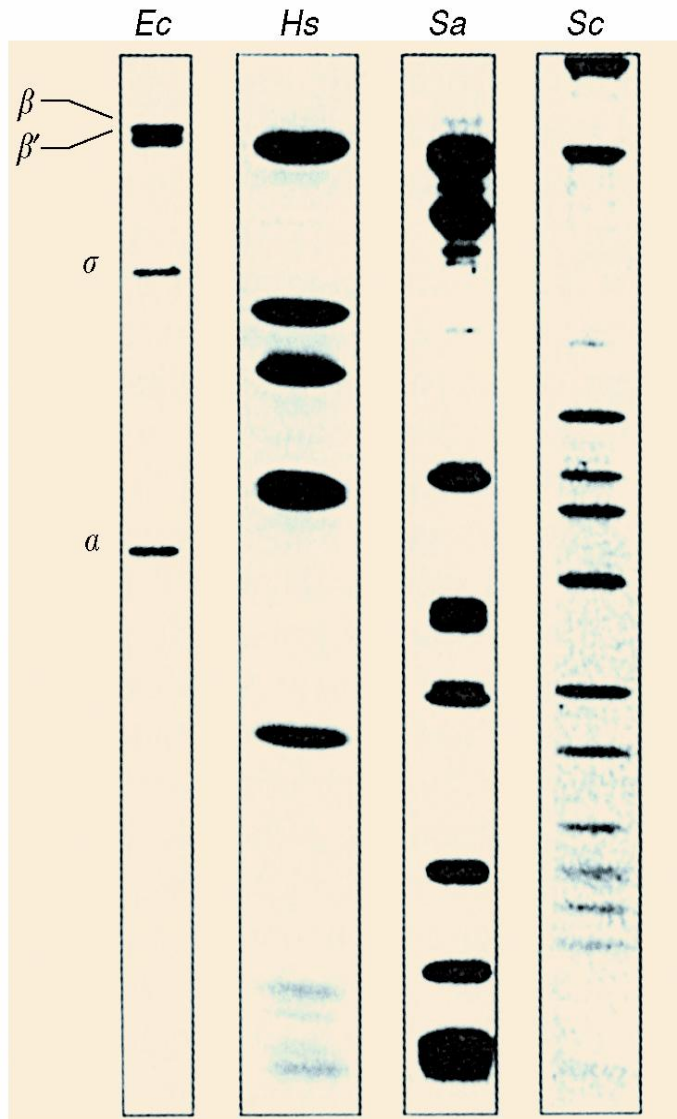
ΔΟΜΗ ΚΥΤΤΑΡΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ ΣΤΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΑΡΧΑΙΑ



Εικόνα 4.20: Κύρια λιπίδια των Αρχαίων και δομή των μεμβρανών των Αρχαίων, (α) Διαιθέρες γλυκερόλης. (β) Τετρααιθέρες διγλυκερόλης. Παρατηρήστε ότι, και στις δύο περιπτώσεις, ο υδρογονάνθρακας προσδένεται στη γλυκερόλη μέσω αιθερικών δεσμών. Ο υδρογονάνθρακας είναι φυτανύλιο (C_{20}) στο (α) και διφυτανύλιο (C_{40}) στο (β), (γ, δ) Δομή των μεμβρανών των Αρχαίων, (γ) Διπλοστιβάδα λιπιδίων, (δ) Μονοστιβάδα λιπιδίων.



ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΑ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΑ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΟΛΥΜΕΡΑΣΩΝ ΤΟΥ RNA



Εικόνα 11.16: RNA πολυμεράσες από αντιπροσώπους των τριών «χώρων»: *Ec*, *Escherichia coli* (Βακτήρια)· *Hs*, *Halobacterium salinarum* (Ευρυαρχαιωτικά, Αρχαία)· *Sa*, *Sulfolobus acidocaldarius* (Κρεναρχαιωτικά, Αρχαία)· και *Sc*, *Saccharomyces cerevisiae* (Ευκάρυα). Τα απομονωμένα συστατικά των RNA πολυμερασών έχουν διαχωριστεί με ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα πολυακρυλαμίδης. Οι μεγαλύτερες πολυπεπτιδικές υπομονάδες βρίσκονται στην κορυφή και οι μικρότερες στο κάτω μέρος. Μόνο τα μέλη των Βακτηρίων διαθέτουν την απλή RNA πολυμεράση (με τέσσερα πολυπεπτίδια).



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

- Ριβοσώματα 70S (B,A), 80S (E)
- Η πρωτεϊνοσύνθεση στα *Αρχαία* μοιάζει περισσότερο με των *Ευκαρύων*
- Η δράση αναστολέων πρωτεϊνοσύνθεσης στα *Βακτήρια-Αρχαία-Ευκάρυα* έδειξε τις ομοιότητες στη πρωτεϊνοσύνθεση μεταξύ *Αρχαίων-Ευκαρύων*

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.2 Ευαισθησία αντιπροσώπων των τριών «χώρων» σε διάφορους αναστολείς της πρωτεϊνοσύνθεσης^α

		<i>Αρχαίο</i>		<i>Βακτήρια</i>	<i>Ευκάρυα</i>
		Ευρυαρχαιωτικά	Κρεναρχαιωτικά		
		<i>Methanobacterium</i>	<i>Sulfolobus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Αντιβιοτικά	Τρόπος δράσης	<i>thermoautotrophicum</i>	<i>acidocaldarius</i>		
Φουσιδικό οξύ, σπαρσομυκίνη	Αναστέλλει τα στάδια επιμήκυνσης	+	—	+	+
Ανισομυκίνη, ναρκικλασίνη	Αναστέλλει τη μεταφορά της πεπτιδικής αλυσίδας	+	—	—	+
Κυκλοεξιμίδιο	Αναστέλλει την εκκίνηση	—	—	—	+
Ερυθρομυκίνη, στρεπτομυκίνη, χλωραμφαινικόλη	Αυξάνει τη συχνότητα σφαλμάτων	—	—	+	—
Βιρτζινιαμυκίνη, πουλβομυκίνη	Αναστέλλει τα στάδια επιμήκυνσης	+	—	+	—
Νεομυκίνη, πουρομυκίνη	Προκαλεί πρόωρο τερματισμό	+	+	+	+
Ριφαμυκίνη	Αναστέλλει την υπομονάδα β της RNA πολυμεράσης	—	—	+	—

^α Το + σημαίνει ότι η πρωτεϊνοσύνθεση (και η αύξηση) αναστέλλονται



ΠΙΝΑΚΑΣ 11.3 ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ

ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΞΥ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ, ΑΡΧΑΙΩΝ, ΚΑΙ ΕΥΚΑΡΥΩΝ^α

Χαρακτηριστικά	<i>Βακτήρια</i>	<i>Αρχαία</i>	<i>Ευκαρυα</i>
Μορφολογικά και γενετικά			
Προκαρυωτική κυτταρική δομή	Ναι	Ναι	Όχι
DNA σε ομοιοπολικά κλειστή κυκλική μορφή	Ναι	Ναι	Όχι
Παρουσία ιστονών	Όχι	Ναι	Ναι
Μεμβρανοπερίκλειστος πυρήνας	Όχι	Όχι	Ναι
Κυτταρικό τοίχωμα	Με μουραμικό οξύ	Χωρίς μουραμικό οξύ	Χωρίς μουραμικό οξύ
Μεμβρανικά λιπίδια	Με εστερικούς δεσμούς	Με αιθερικούς δεσμούς	Με εστερικούς δεσμούς
Ριβοσώματα (μάζα)	70S	70S	80S
Εναρκτήριο tRNA	Φορμυλομεθειονίνη	Μεθειονίνη	Μεθειονίνη
Ιντρόνια στα περισσότερα γονίδια	Όχι	Όχι	Ναι
Οπερόνια	Ναι	Ναι	Όχι
Καλύπτρα και ουρά πολυ-A του mRNA	Όχι	Όχι	Ναι
Πλασμίδια	Ναι	Ναι	Σπανίως
Ριβοσώματα ευαίσθητα στην τοξίνη της διφθερίτιδας	Όχι	Ναι	Ναι
RNA πολυμεράσες (βλ. Εικόνα 11.16)	Μία (4 υπομονάδες)	Αρκετές (8-12 υπομονάδες, η καθεμιά)	Τρεις (12-14 υπομονάδες η καθεμιά)
Απαίτηση μεταγραφικών παραγόντων Τμήμα 7.10)	Όχι	Ναι	Ναι
Δομή υποκινητών Τμήμα 7.9)	Αλληλουχίες -10 και -35 (πλαίσιο Pribnow)	Πλαίσιο TATA	Πλαίσιο TATA
Ευαισθησία σε χλωραμφαινικόλη, στρεπτομυκίνη, και καναμυκίνη	Ναι	Όχι	Όχι



ΠΙΝΑΚΑΣ 11.3 ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ(2)

ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΞΥ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ, ΑΡΧΑΙΩΝ, ΚΑΙ ΕΥΚΑΡΥΩΝ^α

Χαρακτηριστικά	Βακτήρια	Αρχαία	Ευκαρυα
Φυσιολογίας			
Μεθανιογένεση	Όχι	Ναι	Όχι
Αναγωγικός μεταβολισμός του S ⁰ ή των SO ₄ ²⁻ προς H ₂ S, ή του Fe ³⁺ προς Fe ²⁺	Ναι	Ναι	Όχι
Νιτροποίηση	Ναι	Όχι	Όχι
Απονίτρωση	Ναι	Ναι	Όχι
Καθήλωση (δέσμευση) αζώτου	Ναι	Ναι	Όχι
Φωτοσύνθεση βασισμένη στη χλωροφύλλη	Ναι	Όχι	Ναι (στους χλωροπλάστες)
Ενεργειακός μεταβολισμός βασισμένος στη ροδοψίνη	Ναι	Ναι	Όχι
Χημειολιθοτροφία (Fe, S, H ₂)	Ναι	Ναι	Όχι
Αεροκυστίδια	Ναι	Ναι	Όχι
Σύνθεση κοκκίων αποθήκευσης άνθρακα, που συντίθενται από πολυ-β-υδροξυοξέα	Ναι	Ναι	Όχι
Ανάπτυξη πάνω από τους 80°C	Ναι	Ναι	Όχι

^α Σημειωτέον ότι για πολλά από τα χαρακτηριστικά αυτά ορισμένοι μόνο από τους αντιπροσώπους του «χώρου» εμφανίζουν την εκάστοτε ιδιότητα.



ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΗ

- Ταξινόμια: ταυτοποίηση και ονοματολογία
 - Φαινοτυπικές αναλύσεις
- Φυλογενετική
 - Γονοτυπικές αναλύσεις
- Ταξινομικά χαρακτηριστικά
- Ομαδοποίηση χαρακτηριστικών με ανιούσα φορά (είδος → γένος → → χώρος)



ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΗ(2)

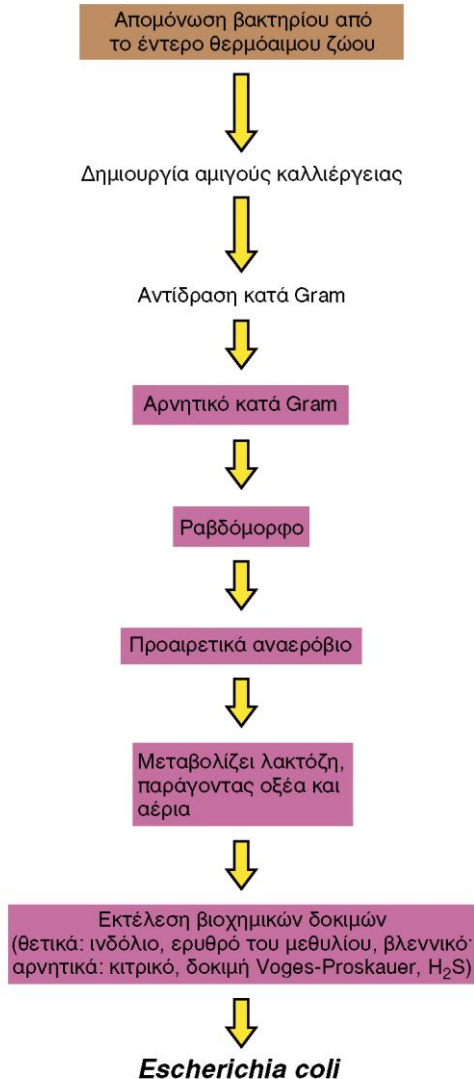
ΠΙΝΑΚΑΣ 11.4 Ορισμένα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά με ταξινομική αξία

Μείζονες κατηγορίες	Παράμετροι
I. Μορφολογία	Σχήμα· μέγεθος· αντίδραση κατά Gram
II. Αυτοκινησία	Κίνηση με μαστίγια· κίνηση με ολίσθηση· κίνηση με αεροκυστίδια· απουσία κίνησης
III. Θρέψη και φυσιολογία	Μηχανισμός διατήρησης ενέργειας (φωτότροφα, χημειοργανότροφα, χημειολιθότροφα)· σχέση με το οξυγόνο· απαιτήσεις/ανοχές ως προς τη θερμοκρασία, το pH, και τα άλατα· ικανότητα εκμετάλλευσης διαφόρων πηγών άνθρακα, αζώτου, και θείου
IV. Άλλοι παράγοντες	Χρωστικές· κυτταρικά έγκλειστα ή δομές επιφανείας· παθογονικότητα· ευαισθησία στα αντιβιοτικά



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΑΚΤΗΡΙΟΥ

ΜΕ ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ



Εικόνα 11.17: Παράδειγμα μεθόδων που θα μπορούσαν να εφαρμοσθούν για την ταυτοποίηση ενός πρόσφατα απομονωμένου εντερικού βακτηρίου, με τη χρήση κλασικών μικροβιολογικών προσεγγίσεων (το συγκριμένο παράδειγμα δείχνει τις διεργασίες που θα χρησιμοποιούνταν για την ταυτοποίηση της *Escherichia coli*). Προσέξτε ότι για τις περισσότερες από τις αναλύσεις αυτές απαιτείται οι οργανισμοί να αναπτύσσονται σε αμιγείς καλλιέργειες και ότι χρησιμοποιούνται μόνο φαινοτυπικά κριτήρια. Μια περιγραφή για τις αντίστοιχες βιοχημικές δοκιμές παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 24 Τμήμα 24.2, Πίνακας 24.3, και Εικόνα 24.7).



ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΒΑΣΕΙΣ DNA

ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

Οργανισμοί

Προκαρυώτες
Βακτήρια

Αρχαία
Ευκαρυώτες

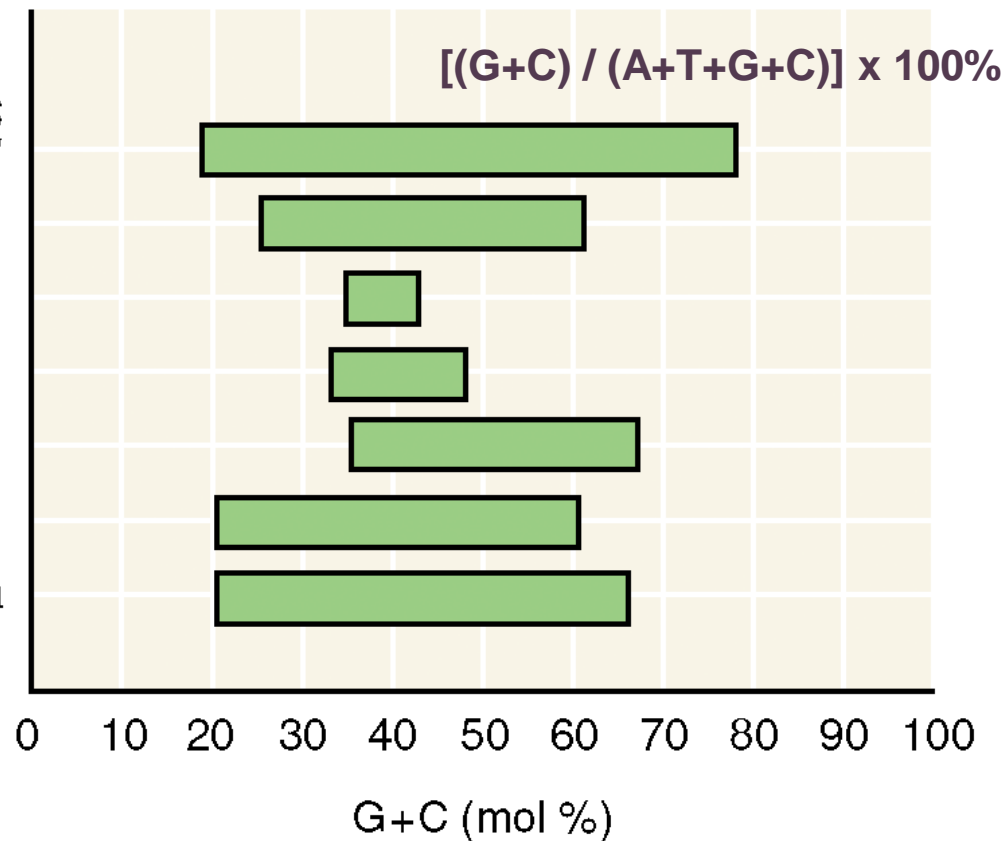
Ζώα

Φυτά

Φύκη

Μύκητες

Πρωτόζωα



Εικόνα 11.18: Εύρος τιμών περιεκτικότητας σε βάσεις DNA για διάφορους οργανισμούς. Προσέξτε ότι το μεγαλύτερο εύρος παρατηρείται στα Βακτήρια.



ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

- Οικουμενικό δέντρο οργανισμών
- Εξελικτικά χρονόμετρα
- Ταυτοποίηση μικροοργανισμών



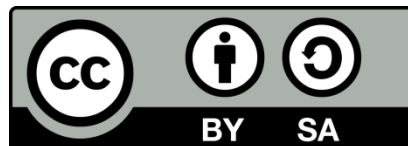
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❑ Βιολογία Των Μικροοργανισμών –
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης , Κεφάλαιο 11,
ενότητα β´.



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



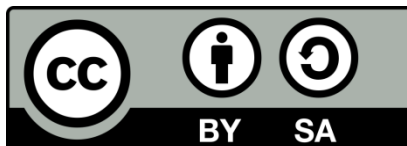
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωργακόπουλος Δ., Ζερβάκης Γ., Ταμπακάκη Αν. «Γενική Μικροβιολογία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/PREDCS100/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
 - το Σημείωμα Αδειοδότησης
 - τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
 - το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)
- μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.