



# Γενική Μικροβιολογία

## Ενότητα 24<sup>η</sup>

### ΙΟΙ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ, ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΖΩΩΝ

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

- Ποικιλομορφία βακτηριακών, ζωικών και φυτικών ιών
- Στρατηγικές αναπαραγωγής ιών

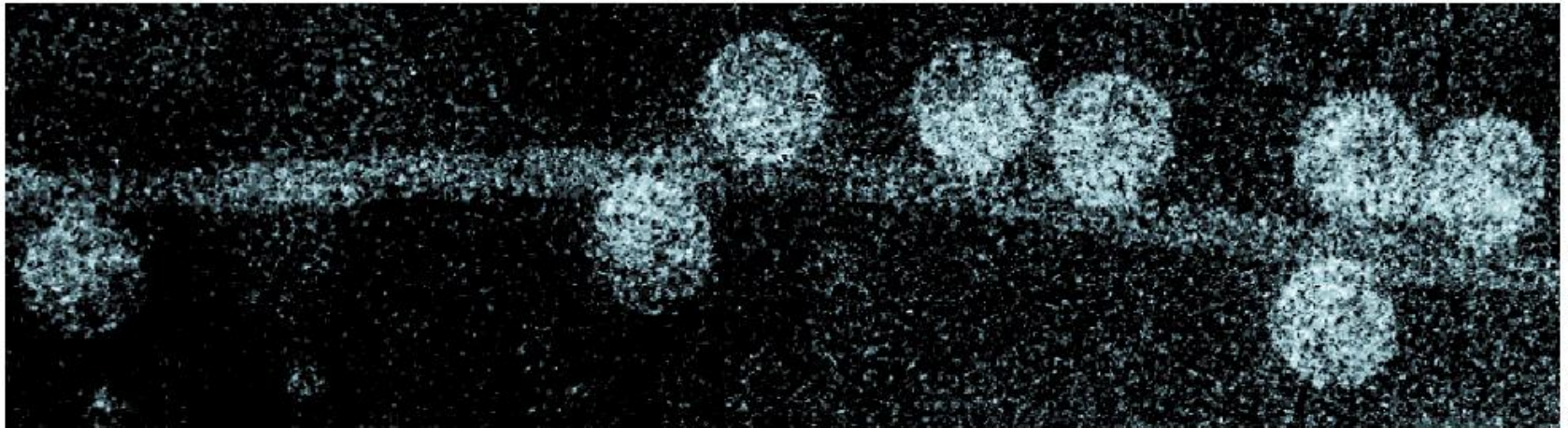


# ΙΟΙ ΠΡΟΚΑΡΥΟΤΩΝ

Βακτηριοφάγοι dsDNA

Βακτηριοφάγοι ssDNA

Βακτηριοφάγοι RNA



R. C. Valentine

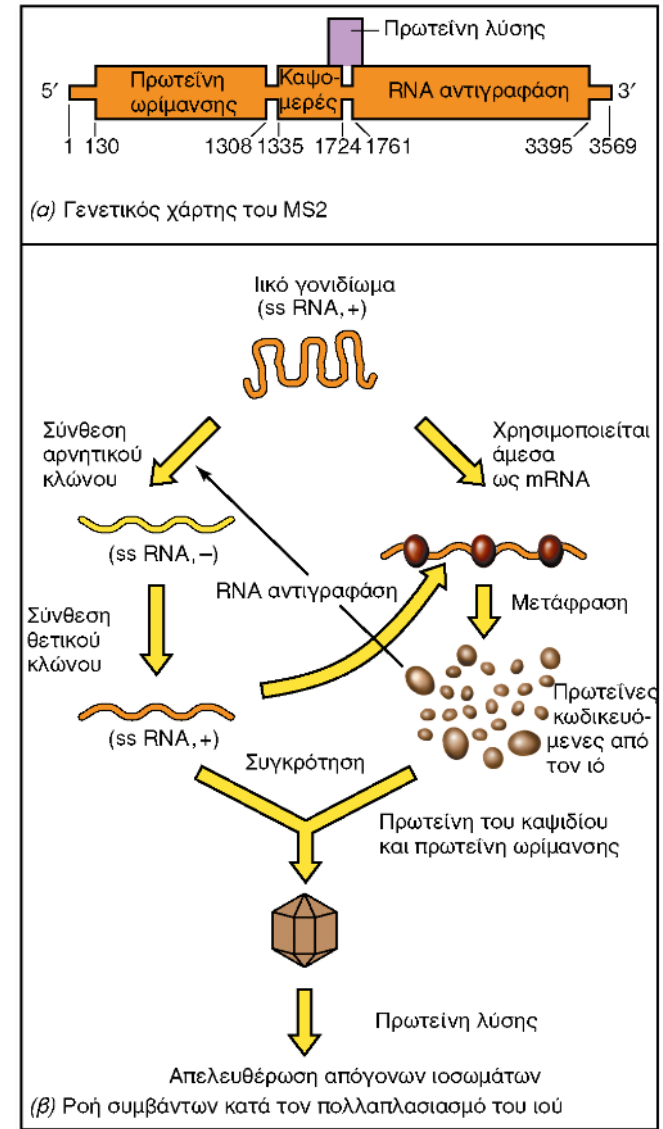
**Εικόνα 16.1:** Ηλεκτρονικό μικρογράφημα του τριχιδίου ενός βακτηριακού κυττάρου-δότη της *Escherichia coli*, όπου φαίνονται τα ιοσώματα ενός μικρού βακτηριοφάγου RNA προσκολλημένου στο τριχίδιο.



# ΒΑΚΤΗΡΙΟΦΑΓΟΙ RNA (+)

- Οι RNA φάγοι εντεροβακτηρίων μολύνουν βακτήρια που φέρουν συζευκτικό πλασμίδιο (σ.π.)
- Τα βακτήρια με σ.π. παράγουν τριχίδια στα οποία προσκολλώνται οι ιοί
- Μέγεθος ~26 nm, εικοσαεδρικοί π.χ. ιός MS2, 3569 νουκλεοτίδια, 4 ORFs
- Γενετική οικονομία: Αλληλεπικαλυπτόμενα γονίδια!!!
- Φάγοι τύπου RNA(-) δεν έχουν ταυτοποιηθεί ακόμα

**Εικόνα 16.2:** (α) Γενετικός χάρτης του RNA βακτηριοφάγου MS2. (β) Ροή συμβάντων κατά τη διάρκεια του πολλαπλασιασμού. Οι αριθμοί στο (α) αναφέρονται στις θέσεις των νουκλεοτιδίων πάνω στο RNA- ss = single stranded (μονόκλωνο).



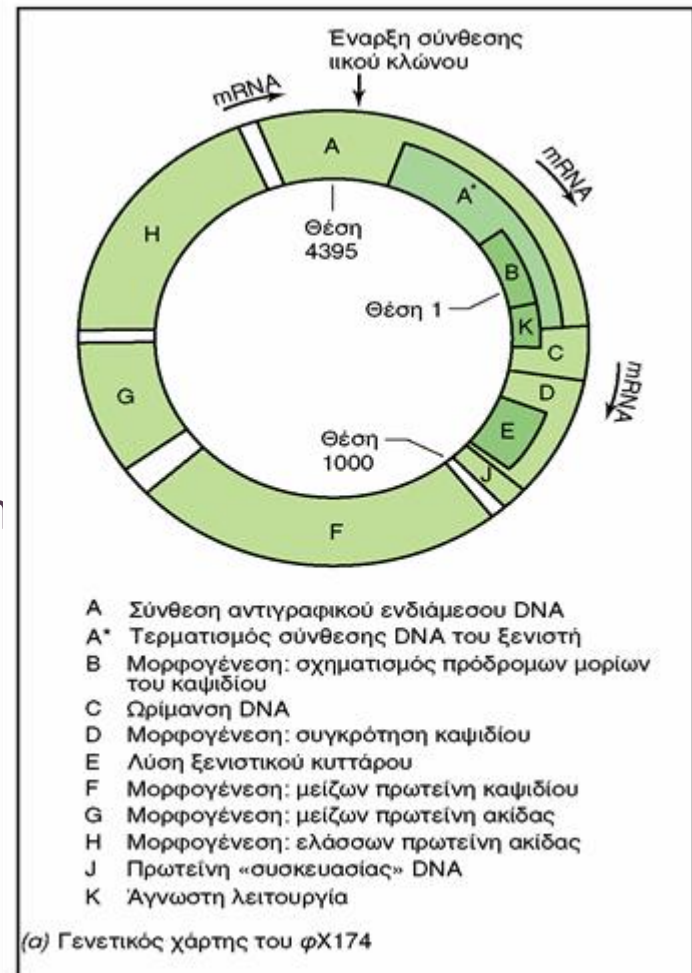


# ΒΑΚΤΗΡΙΟΦΑΓΟΙ ssDNA

- Η μεταγραφή γονιδιώματος προϋποθέτει σύνθεση συμπληρωματικού DNA
- Συσκευάζουν μόνο DNA(+).
- Βακτηριοφάγοι τύπου DNA(-) δεν έχουν βρεθεί
- φX174: ssDNA(+), κυκλικό γονιδίωμα (5386 nt) και εικοσαεδρικό ιόσωμα, ~25nm
- Αλληλεπικαλυπτόμενα γονίδια

**Εικόνα 16.3<sup>α</sup>:** Ο βακτηριοφάγος φX174, ένας φάγος μονόκλωνου DNA. (α) Γενετικός χάρτης. Παρατηρήστε τις περιοχές του γονιδιώματος που αλληλεπικαλύπτονται

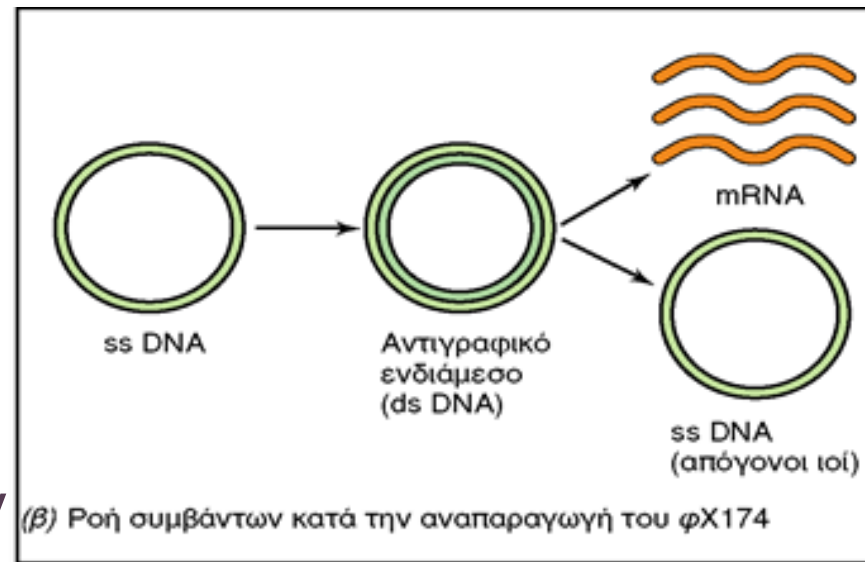
(A/B, K/B, K/C, K/A, A/C, και D/E). Οι περιοχές ανάμεσα στα γονίδια δεν είναι χρωματι-σμένες. Η πρωτεΐνη A\* σχηματίζεται με τη χρήση ενός μόνο τμήματος της κωδικεύουσας αλληλουχίας του γονιδίου A, με επανεκκίνηση της μετάφρασης.





# ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΑΚΤΗΡΙΟΦΑΓΟΥ ΜΕ SSDNA

- Μετά την είσοδο του DNA στο κύτταρο, μετατρέπεται σε δίκλωνο μέσω ενζύμων του ξενιστή (αντιγραφικό ενδιάμεσο)
- Το αντιγραφικό ενδιάμεσο χρησιμοποιείται ως εκμαγείο για παραγωγή mRNA και νέων μορίων μονόκλωνου DNA (ημισυντηρητικός τρόπος)

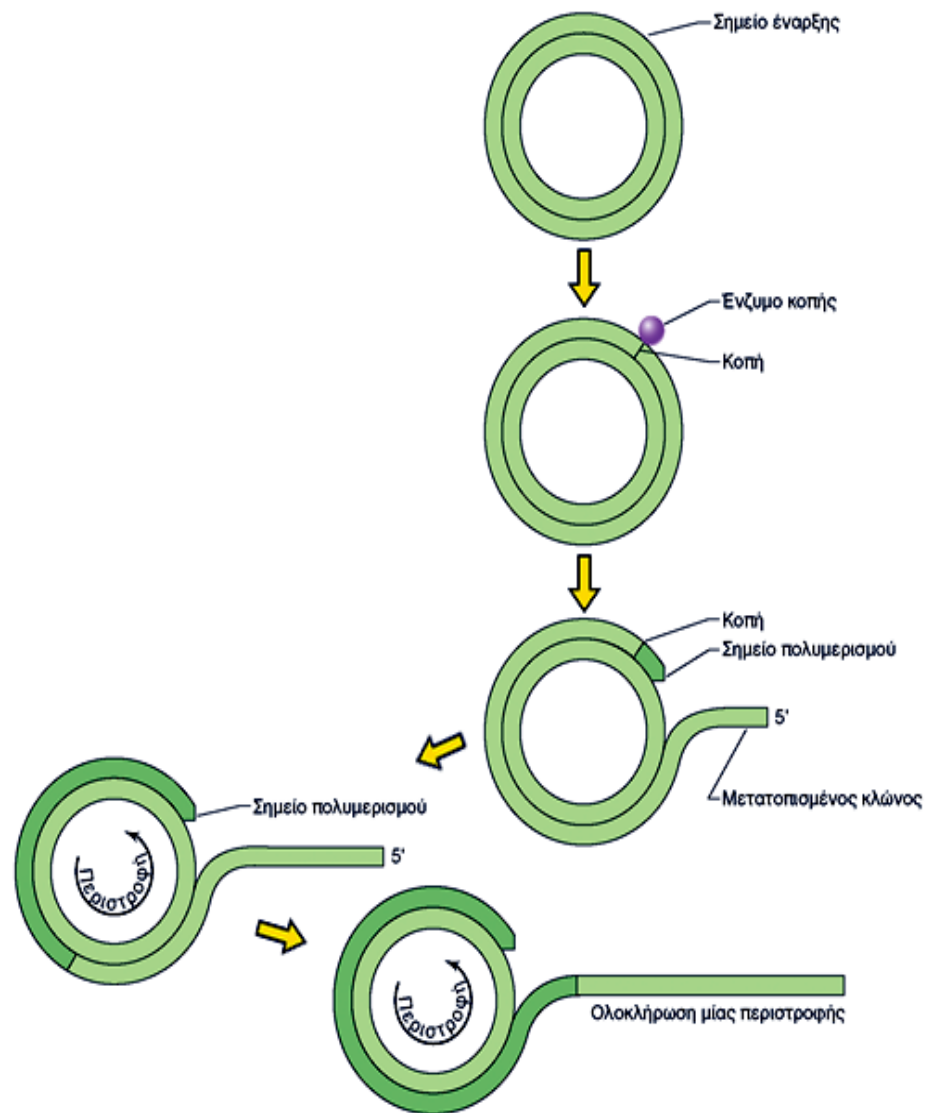


**Εικόνα 16.3:** (β) Ροή συμβάντων κατά τον πολλαπλασιασμό του  $\phi$ X174. Η παραγωγή των απογόνων μονόκλωνου (ss) DNA από την αναπαραγωγική μορφή του δίκλωνου (ds) DNA περιλαμβάνει έναν μηχανισμό αντιγραφής κυλιόμενου κύκλου, ο οποίος περιγράφεται με περισσότερες λεπτομέρειες στην Εικόνα 16.4.



# ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ ΚΥΛΙΟΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

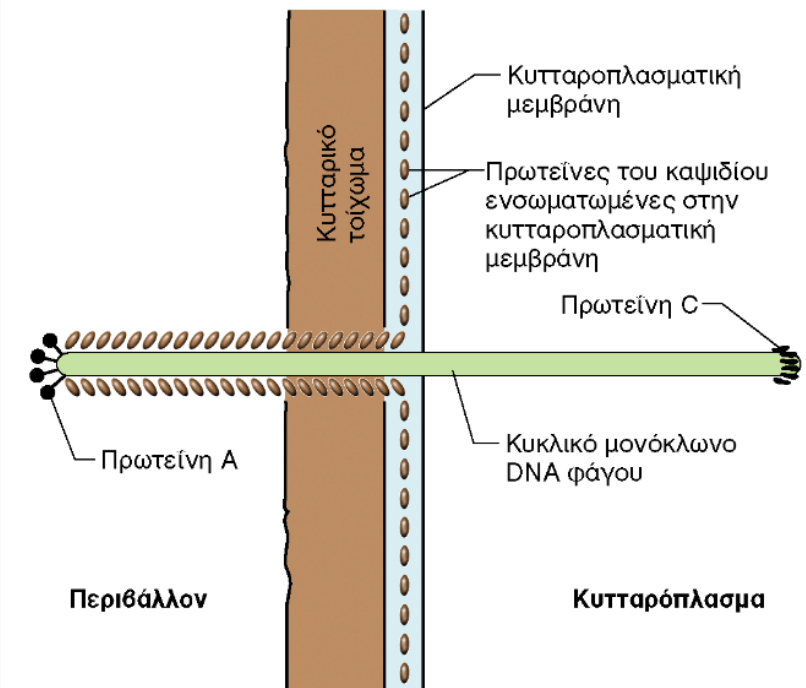
- Ο ένας από τους δύο κλώνους χρησιμοποιείται ως εκμαγείο.
- Ο κλώνος κόβεται με την ιική πρωτεΐνη Α και το 3' άκρο του χρησιμοποιείται ως εκκινήτης.





# ΒΑΚΤΗΡΙΟΦΑΓΟΙ ssDNA(2)

- Νηματοειδείς φάγοι (6x860nm), αλλά γονιδίωμα κυκλικό ssDNA
- Ελικοειδής συμμετρία
- Π.χ. M13, φορέας κλωνοποίησης και αλληλούχισης
- Προσβάλλουν μόνο βακτήρια που φέρουν συζευκτικά τριχίδια
- Απελευθερώνονται χωρίς λύση του κυττάρου



**Εικόνα 16.5:** Αναπαράσταση του τρόπου με τον οποίο το ιόσωμα ενός νηματοειδούς μονόκλωνου φάγου (όπως του M13 ή του fd) εξέρχεται από ένα προσβεβλημένο κύτταρο χωρίς να επιφέρει τη λύση του. Η πρωτεΐνη A διέρχεται πρώτη από τη μεμβράνη σε μια περιοχή όπου έχουν προηγουμένως ενσωματωθεί μόρια πρωτεϊνών του καψιδίου. Το ενδοκυτταρικό κυκλικό DNA καλύπτεται με διμερή μιας άλλης πρωτεΐνης του φάγου, η οποία αντικαθίσταται από την πρωτεΐνη του καψιδίου, καθώς το DNA διέρχεται διά μέσου της ανέπαφης κυτταροπλασματικής μεμβράνης.





# ΒΑΚΤΗΡΙΟΦΑΓΟΙ dsDNA

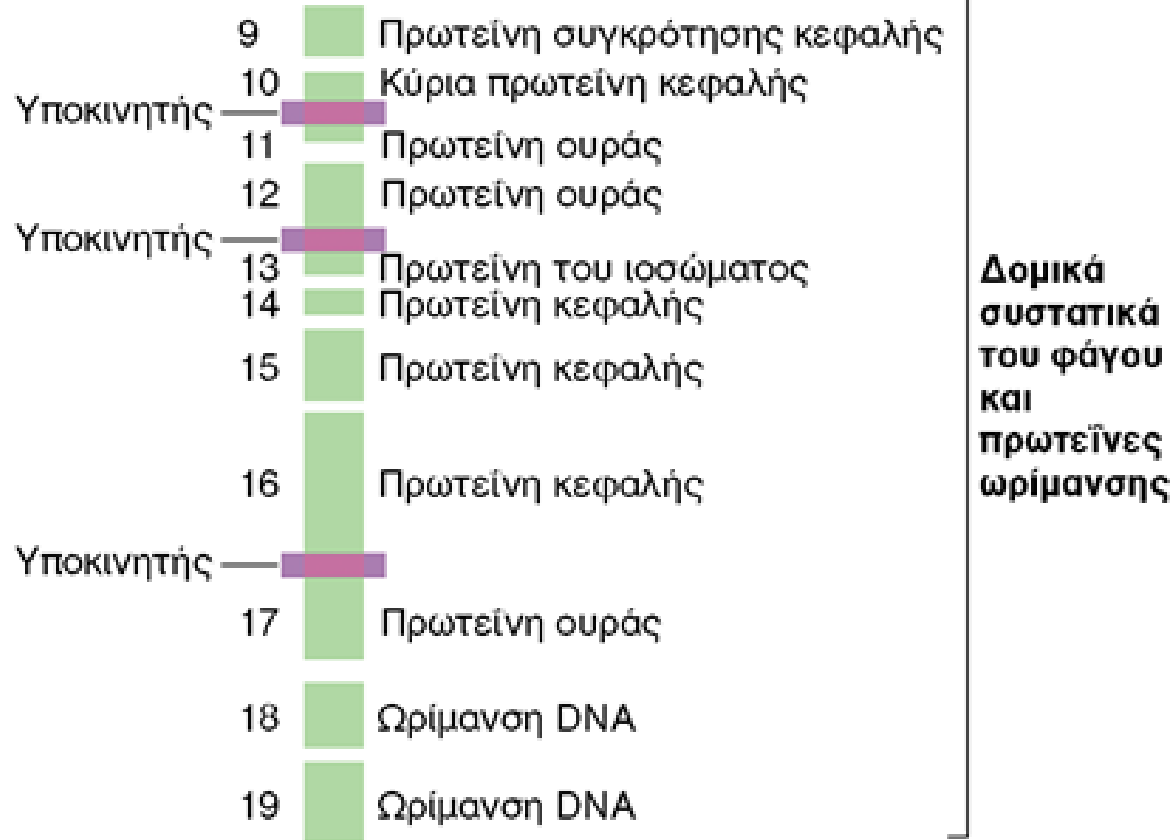


- Εικοσαεδρικό ιόσωμα με πολύ μικρή ουρά
  - π.χ T7
- 92% γονιδιώματος κωδικεύει πρωτεΐνες, 39.936 bp
- επικαλυπτόμενα γονίδια
- T7 RNA πολυμεράση
- Η αντιγραφή αρχίζει σε ένα σημείο έναρξης και προχωρά αμφίδρομα

**Εικόνα 9.6:** Γενετικός χάρτης του φάγου T7, όπου απεικονίζονται ο αριθμός των γονιδίων, τα κατά προσέγγιση μεγέθη, και οι λειτουργίες των προϊόντων των γονιδίων. Η μεταγραφή από τους πρώιμους υποκινητές εμπλέκει την RNA πολυμεράση του ξενιστή. Η μεταγραφή με βάση όλους τους άλλους υποκινητές εμπλέκει την RNA πολυμεράση του T7. Τα γονίδια επισημαίνονται με αριθμούς.



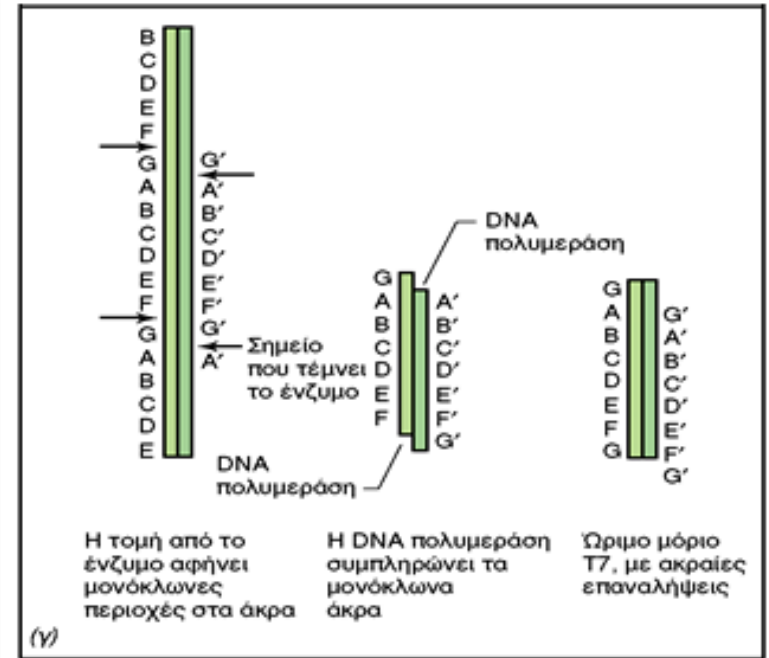
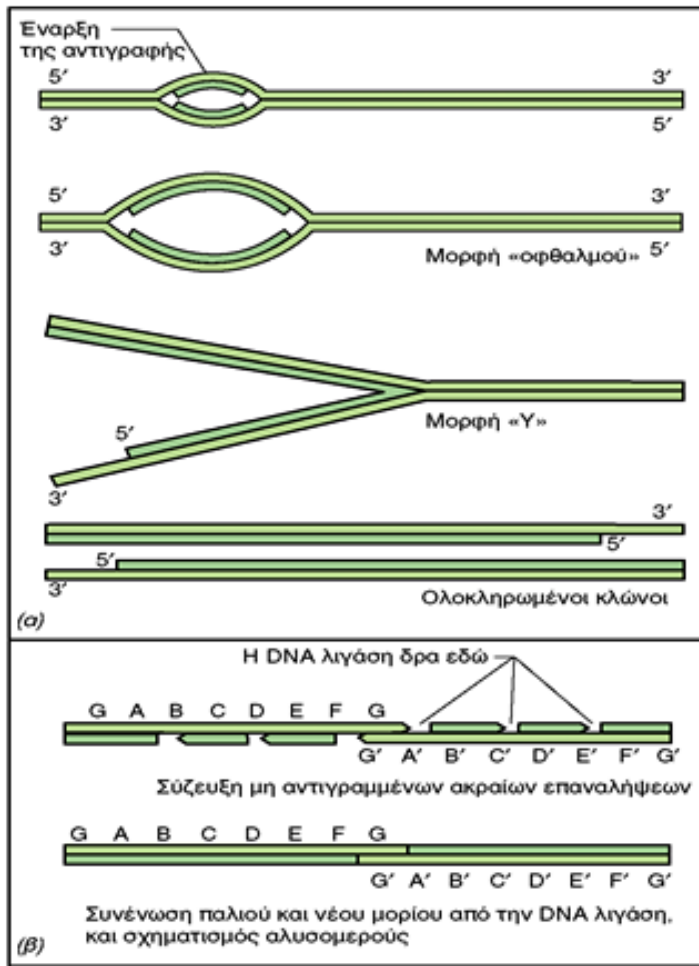
# ΒΑΚΤΗΡΙΟΦΑΓΟΙ dsDNA(2)



**Εικόνα 9.6 :** Γενετικός χάρτης του φάγου T7, όπου απεικονίζονται ο αριθμός των γονιδίων, τα κατά προσέγγιση μεγέθη, και οι λειτουργίες των προϊόντων των γονιδίων. Η μεταγραφή από τους πρώιμους υποκινητές εμπλέκει την RNA πολυμεράση του ξενιστή. Η μεταγραφή με βάση όλους τους άλλους υποκινητές εμπλέκει την RNA πολυμεράση του T7. Τα γονίδια επισημαίνονται με αριθμούς.



# ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ DNA ΤΟΥ ΦΑΓΟΥ Τ7



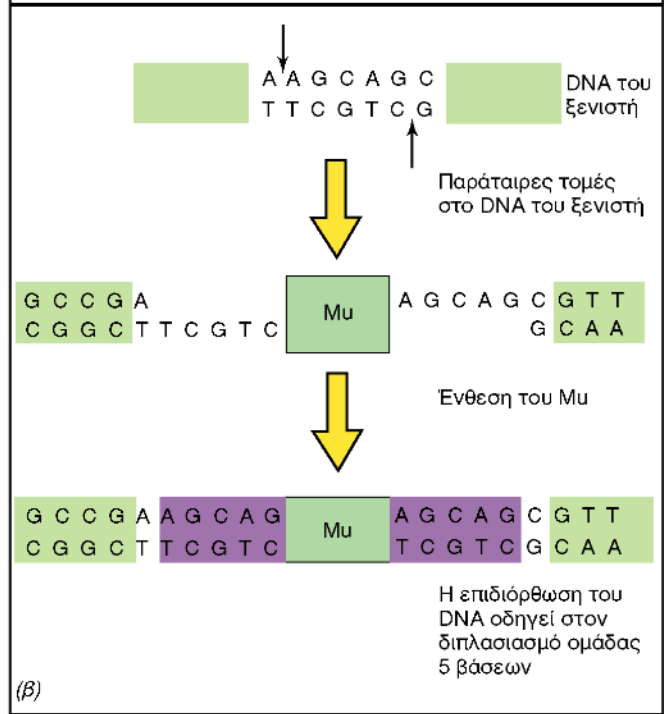
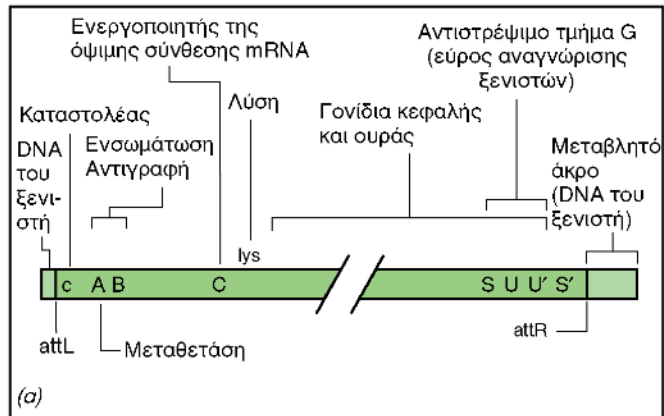
**Εικόνα 16.7:** Αντιγραφή του γραμμικού, δίκλωνου γονιδιω-ματικού DNA του βακτηριοφάγου T7. **(α)** Αμφίδρομη αντιγραφή του DNA, που σχηματίζει έναν «οφθαλμό» ή ένα «Υ», **(β)** Παραγωγή αλυσσομερών με τη συνένωση μορίων DNA σε μη αντιγραφμένα τερματικά άκρα. Ο χαρακτηρισμός των γονιδίων με γράμματα είναι αυθαίρετος, **(γ)** Παραγωγή ώριμων μορίων ιικού DNA από αλυσσομερή του T7 με τη δράση μιας ενδονουκλεάσης.

**Αριστερά:** το ένζυμο τέμνει μονόκλωνες αλυσίδες σε συγκεκριμένες αλληλουχίες (βέλη)· **κέντρο:** η DNA πολυμεράση συμπληρώνει τα μονόκλινα άκρα· **δεξιά:** το ώριμο μόριο του T7 με ακραίες επαναλήψεις. Για να επιτύχει την αντιγραφή του γραμμικού του γονιδιώματος, ο βακτηριοφάγος T4 πραγματοποιεί επίσης ανασυνδυασμό· συγκρίνετε την Εικόνα 16.7γ με την Εικόνα 9.13.



# ΒΑΚΤΗΡΙΟΦΑΓΟΣ ΜU

- Ηπιος φάγος, δίκλωνος DNA ιός, εικοσαεδρική κεφαλή, ελικοειδή ουρά και 6 ουριαία ινίδια
- Αντιγράφεται ως μεταθετό στοιχείο
- Mutator: προκαλεί μεταλλάξεις στο γονιδίωμα του ξενιστή
- Χρήσιμο εργαλείο δημιουργίας μεταλλαγμένων βακτηρίων
- Πολλαπλασιάζει το DNA του με το μηχανισμό της μετάθεσης



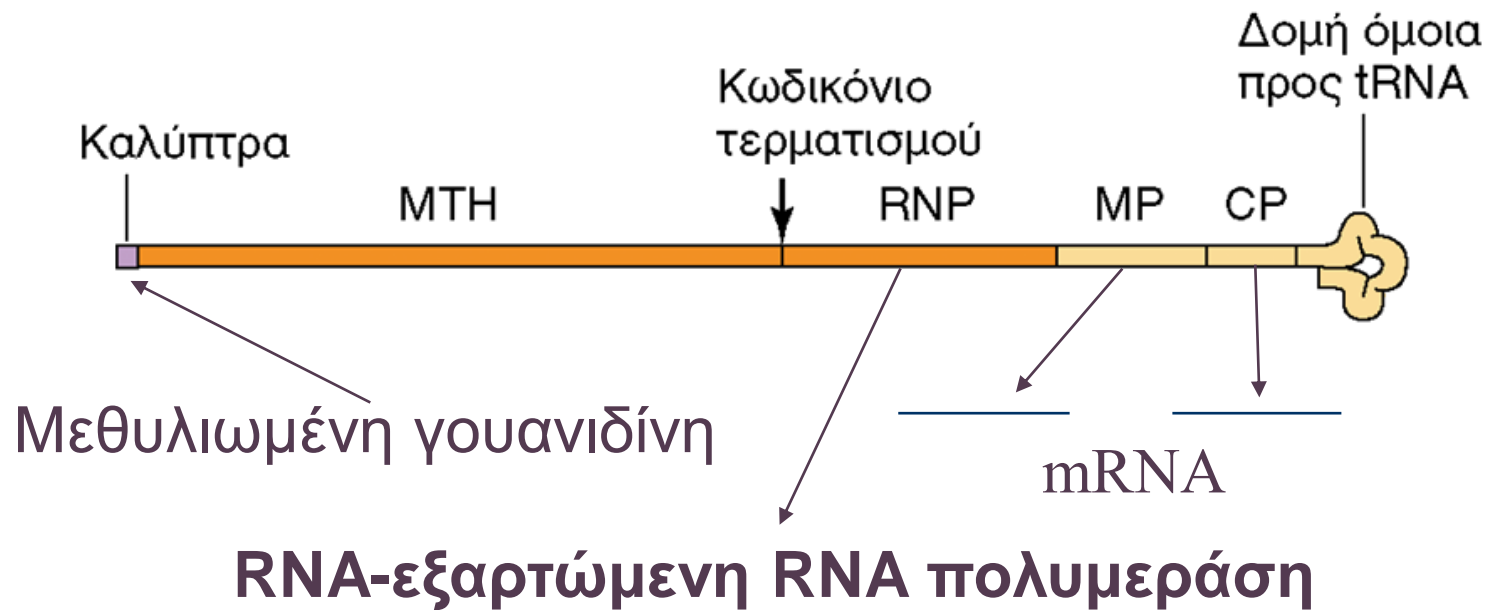
**Εικόνα 16.9:** Ο βακτηριοφάγος Mu. (α) Γενετικός χάρτης του Mu. Παρατηρήστε ότι υπάρχει ένα γονίδιο που σημειώνεται με c (πεζό), το οποίο κωδικεύει έναν αναστολέα, και ένα γονίδιο που σημειώνεται με C (κεφαλαίο), το οποίο κωδικεύει μια ενεργοποιό πρωτεΐνη. Η περιοχή που κωδικεύει την κεφαλή και την ουρά δεν αναπαρίσταται σε κοινή κλίμακα, (β) Ενσωμάτωση του Mu στο DNA του ξενιστή, όπου φαίνεται ο διπλασιασμός μιας ομάδας 5 ζευγών βάσεων του DNA του ξενιστή.



# ΙΟΙ ΕΥΚΑΡΥΩΤΩΝ

## ➤ Φυτικοί ιοί

- ❑ συνήθως RNA(+) π.χ. TMV
- ❑ TMV
- ❑ Ιόσωμα με ελικοειδή συμμετρία
- ❑ Η ανακάλυψη του απέδειξε ότι το RNA μπορεί να αποτελέσει γενετικό υλικό



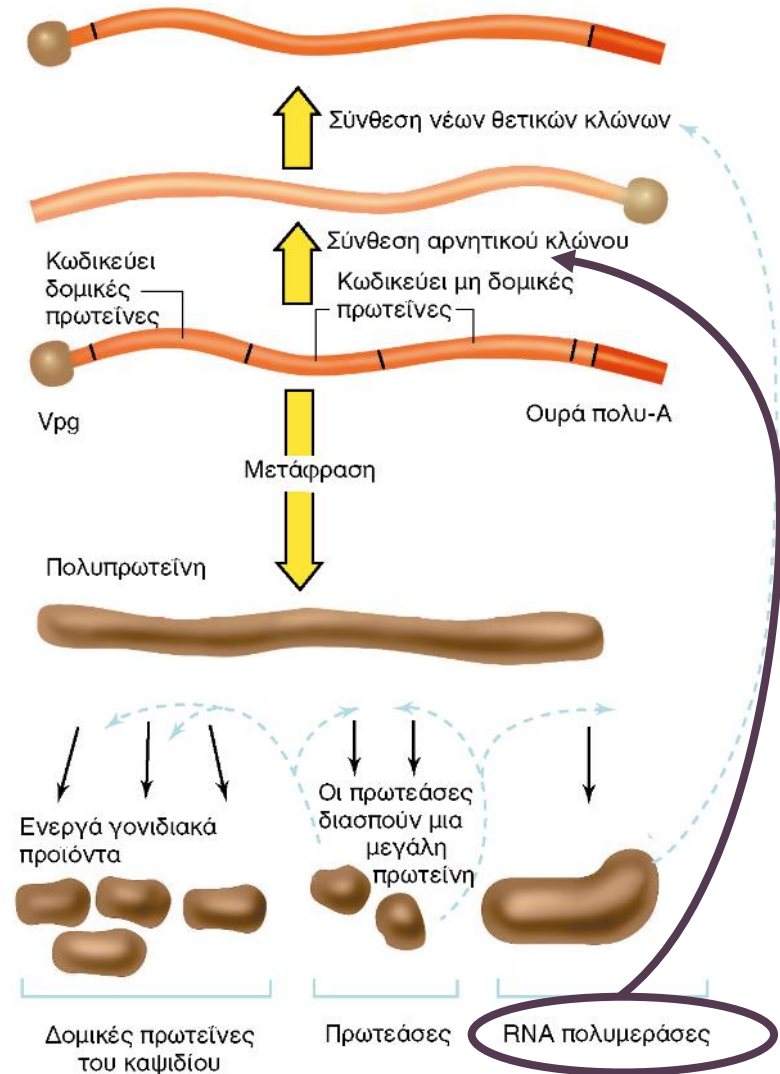
Εικόνα 16.10: Γενετικός χάρτης του ιού του μωσαικού του καπνού.



# ΖΩΙΚΟΙ ΙΟΙ: RNA (+)

- **RNA (+):** οικογένεια **πικο-RNA-ιών**
  - ❑ Πολύ μικροί, διάμετρος 30 nm με ssRNA, εικοσαεδρικό ιώσωμα
  - ❑ Π.χ. ιός πολιομυελίτιδας, ρινοϊοί (κρυολόγημα), ιός ηπατίτιδας A
- **Μετα-μεταφραστική διάσπαση:** συχνό φαινόμενο σε ζωικούς ιούς

Το ιικό RNA μεταφράζεται από ένα κωδικόνιο έναρξης σε μια γιγαντιαία πρωτεΐνη η οποία διασπάται σε περισσότερες πρωτεΐνες από μια πρωτεάση του ιού



Εικόνα 16.12: Η αναπαραγωγή ενός ιού της πολιομυελίτιδας <sup>(β)</sup>



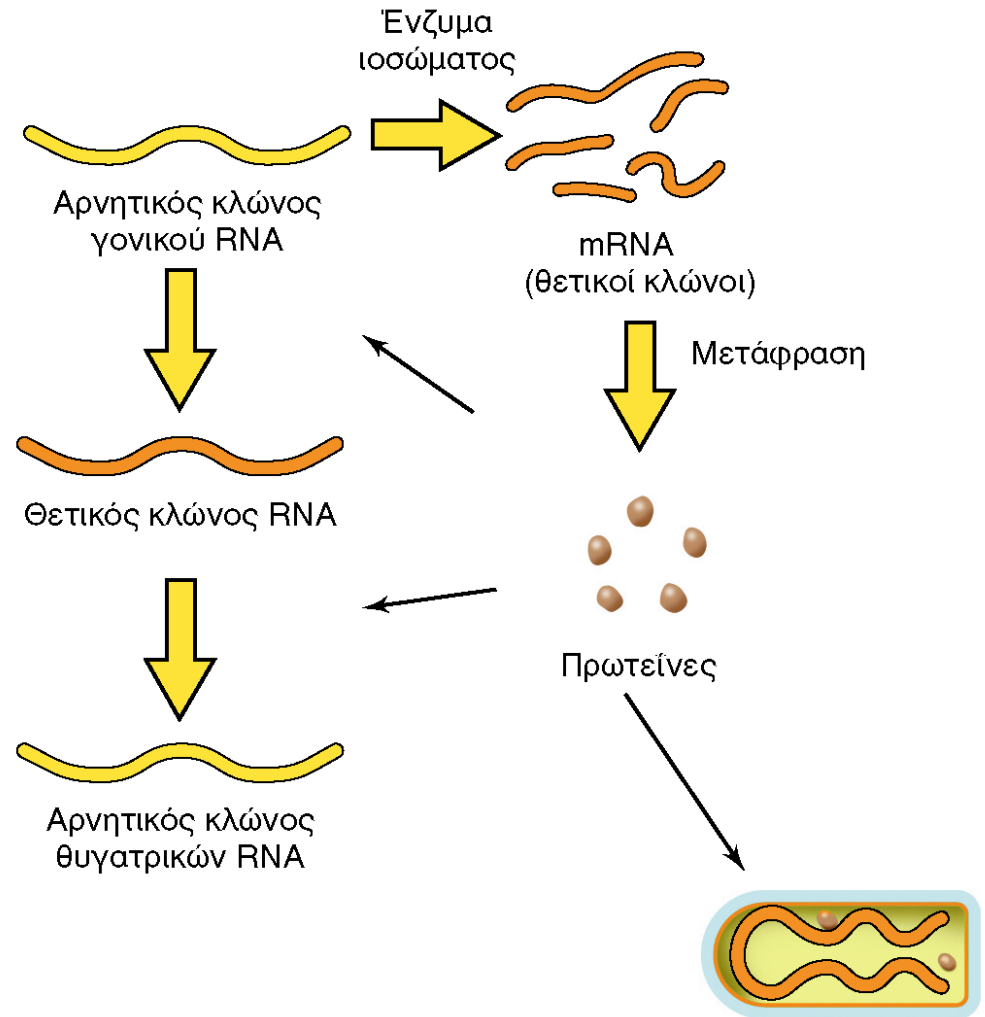
# ΖΩΙΚΟΙ ΙΟΙ: RNA (-)

## ➤ RNA (-)

- Ραβδοϊοί π.χ. Ιός Λύσσας
- Ορθομυξοϊοί π.χ. Ιός γρίππης

Επενδεδυμένοι ιοί

RNA-εξαρτώμενη RNA πολυμεράση



Εικόνα 16.14: Ροή συμβάντων κατά τον πολλαπλασιασμό ενός «αρνητικού» RNA-ιού.

Θυγατρικός ιός



# ΟΡΘΟΜΥΞΟΪΟΙ

## ➤ Ορθομυξοϊοί

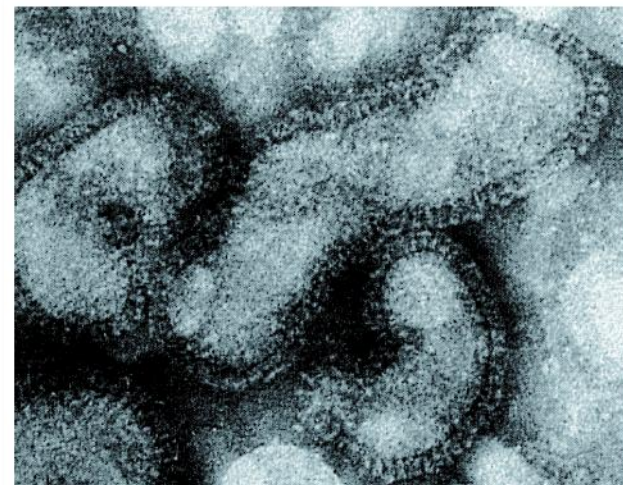
π.χ. ιός γρίππης

- ❑ Ιοί που αλληλεπιδρούν με τη βλέννη στην επιφάνεια κυττάρων
- ❑ Επενδεδυμένοι ιοί

## ➤ Κατατετμημένο γονιδίωμα

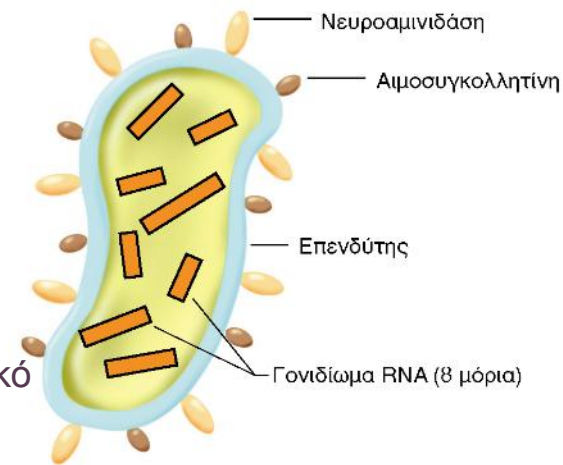
δηλ. Κατανεμημένο σε πολλά χωριστά τμήματα. Αποτέλεσμα εμφάνιση φαινομένου **αντιγονικής μετατόπισης** (ανασυνδυασμός τμημάτων RNA διαφορετικών στελεχών)

Π.χ. Ιός γρίππης A: 8 γραμμικά ssRNA ποικίλου μεγέθους  
RNA-εξαρτώμενη RNA πολυμεράση



P. W. Choppin and W. Staackeniis

(α)



(β)

**Εικόνα 16.15:** Δομή σωματίου του ιού της γρίππης. (α) Ηλεκτρονικό μικρογράφημα. (β) Διάγραμμα που απεικονίζει ορισμένα συστατικά του.

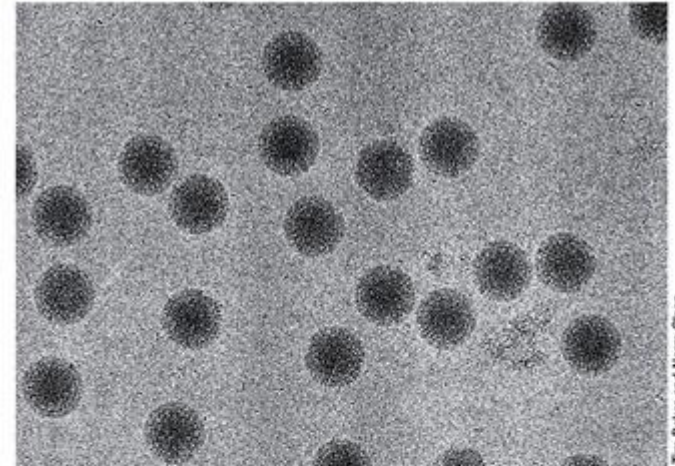




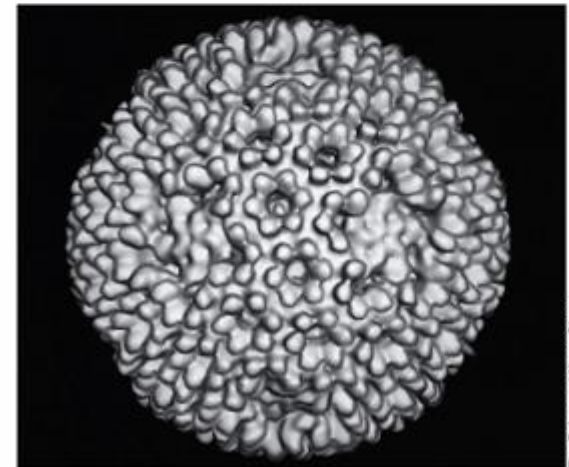
# ΡΕΟΪΟΙ

- **r**espiratory (αναπνευστικό)+  
**e**nteric (εντερικό)+  
**O**rphan (ορφανό)
- -ds RNA
- -RNA-εξαρτώμενη RNA πολυμεράση
- Κατατετμημένο γονιδίωμα

**Εικόνα 16.16:** (α) Ηλεκτρονικό μικρογράφημα που απεικονίζει έναν αριθμό από μεμονωμένα ιοσώματα ρεοϊών (κάθε ένα έχει διάμετρο περίπου 70 nm). (β) Τρισδιάστατη αναπαράσταση ιοσώματος ρεοϊού, βασισμένη σε εικόνες ψυκτοενυδατωμένων ιοσωμάτων.



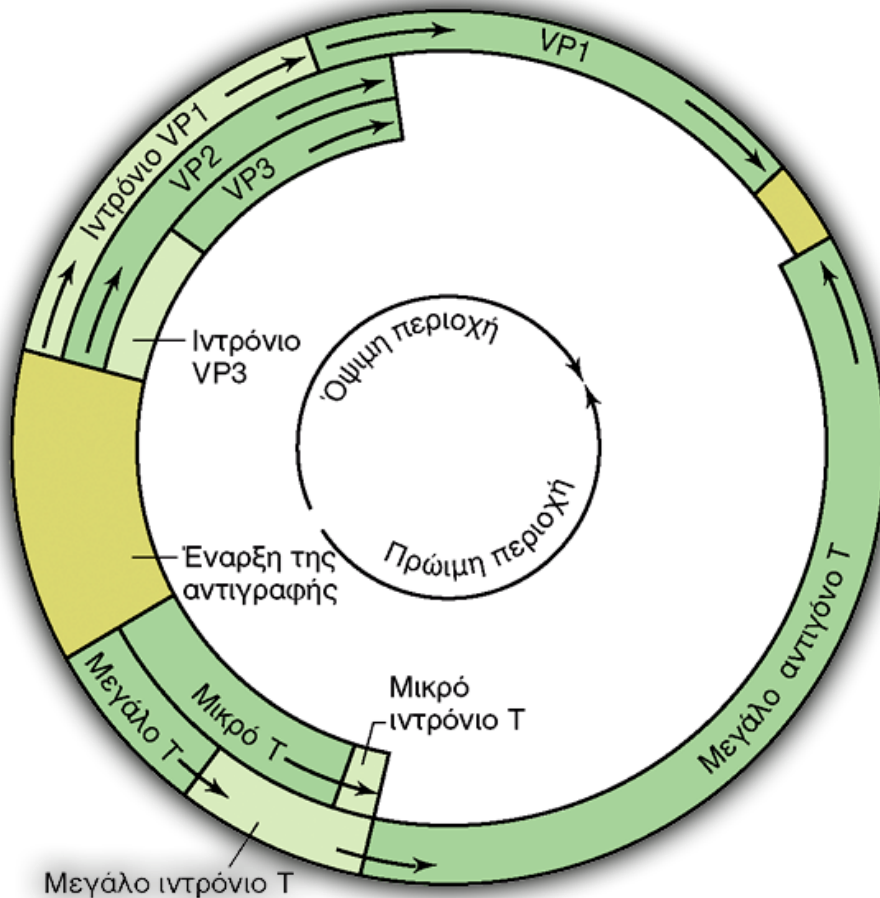
(α)



(β)



# ΖΩΙΚΟΙ ΙΟΙ: DSDNA



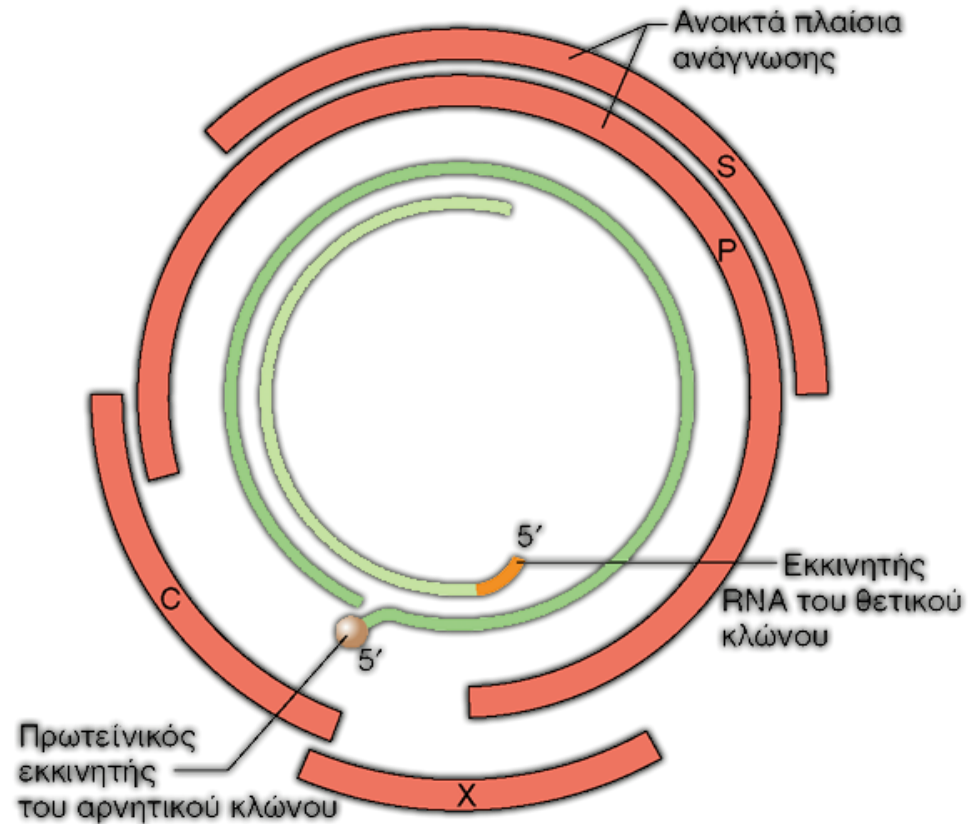
- Ογκογόνοι ιοί
- Ιός πολυώματος: SV40 (simian virus-ιός του πιθήκου) μη επενδεδυμένο ιοσωμάτιο, 45nm
- Ερπητοϊοί (π.χ. έρπητα, ανεμοβλογιά κ.α)
- Ιοί της ευλογιάς
- Αδενοϊοί (π.χ. αναπνευστικές μολύνσεις)

**Εικόνα 16.18:** Γενετικός χάρτης του ιού του πολυώματος, SV40. Τα VP1, VP2, και VP3 είναι τα γονίδια που κωδικεύουν τις τρεις πρωτεΐνες οι οποίες απαρτίζουν το περίβλημα του SV40. Τα βέλη υποδεικνύουν την κατεύθυνση της μεταγραφής.



# ΙΟΙ ΠΟΥ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟΝΤΑΙ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΑ

- Ρετροϊοί
- Ηπατοτρόποι DNA ιοί  
π.χ. Ιός ηπατίτιδας Β  
ανθρώπου μερικώς  
δίκλωνο DNA
- η αντιγραφή DNA  
πραγματοποιείται μέσω  
ενός ενδιάμεσου μορίου  
RNA



**Εικόνα 16.25:** Το μερικώς δίκλωνο γονιδίωμα του ιού της ηπατίτιδας Β του ανθρώπου απεικονίζεται με πράσινο χρώμα. Παρατηρήστε ότι ο θετικός κλώνος δεν είναι πλήρης. Φαίνονται επίσης τα μεγέθη των ανοικτών πλαισίων ανάγνωσης C, P, S, και X. Δεν πρέπει να σας διαφεύγει ότι όλα αυτά τα γονίδια αλληλεπικαλύπτονται και ότι καλύπτουν κάθε βάση του γονιδιώματος.



# ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

- Βακτηριοφάγος RNA
- Βακτηριοφάγος DNA
- Αλληλεπικαλυπτόμενα γονίδια
- Φάγος MS2, φX174, M13, T7, Mu
- Αντιγραφή κυλιόμενου κύκλου
- Φυτικοί ιοί
- Ζωικοί ιοί
- Αντίστροφη μεταγραφή



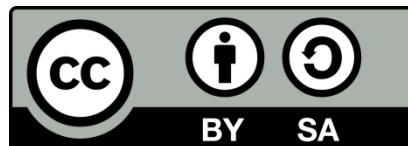
# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Madigan M.T., Martinko J. M., Parker J. 2005. Brock, Βιολογία των Μικροοργανισμών, Τόμος Ι. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Κεφάλαιο 16.



# 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

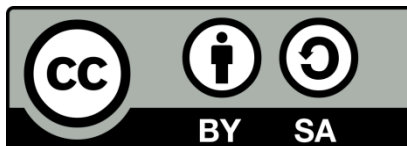
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωργακόπουλος Δ., Ζερβάκης Γ., Ταμπακάκη Αν. «Γενική Μικροβιολογία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/PREDCS100/>





# 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.