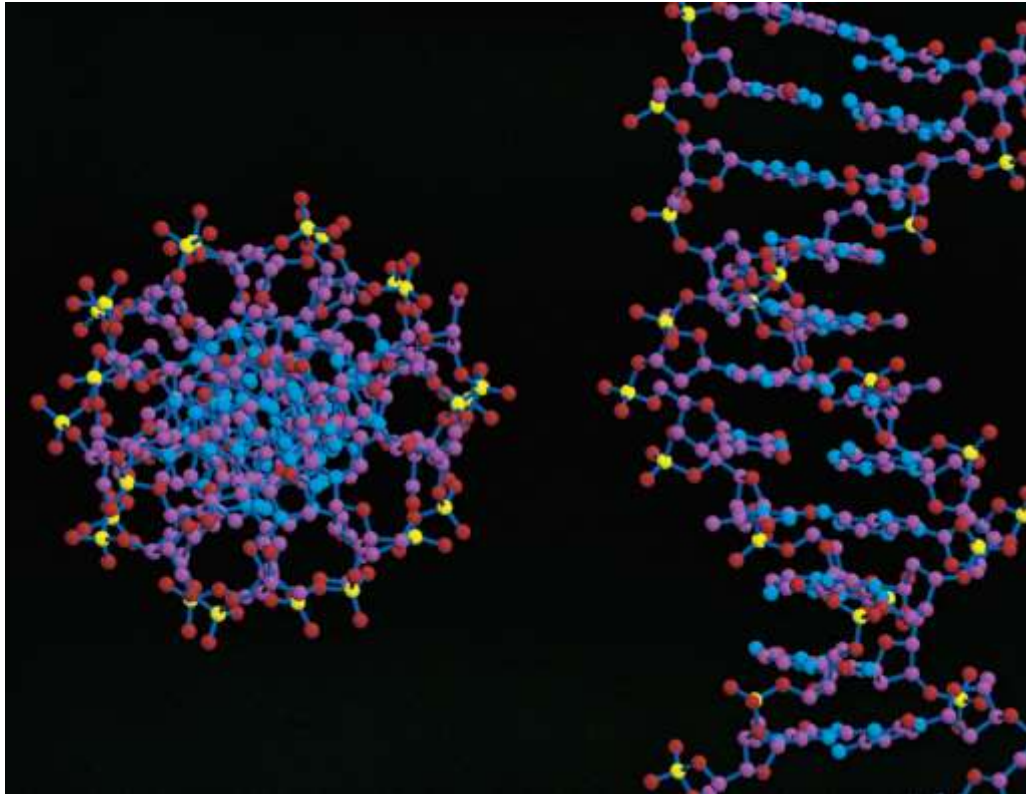


DNA: Το γενετικό υλικό



Η διπλή έλικα του DNA.
Αριστερά, κάτοψη. Δεξιά, πλάγια όψη.

Χρονοδιάγραμμα ανακάλυψης του γενετικού υλικού

1865

Gregor Mendel discovers that traits are inherited based on specific laws.



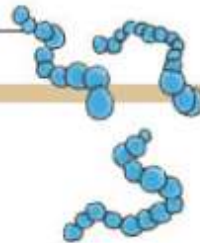
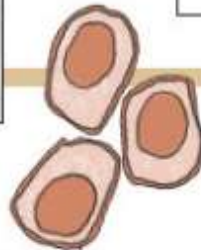
1869

Friedrich Miescher isolates DNA for the first time.



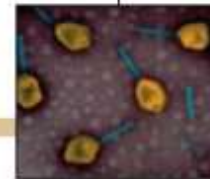
1928

Frederick Griffith postulates that a "transforming principle" permits properties from one type of bacteria to be transferred to another.



1944

Oswald T. Avery, Colin MacLeod and Maclyn McCarty demonstrate that Griffith's "transforming principle" is DNA.



1952

Alfred Hershey and Martha Chase use viruses to confirm DNA as the genetic material.



1953

James Watson and Francis Crick discover the molecular structure of DNA (a double helix).



1856

Ernst Haeckel proposes that the nucleus contains the factors responsible for hereditary-trait transmission.

1884-85

Oscar Hertwig, Albrecht von Kölliker, Eduard Strasburger and August Weismann each provide evidence that the cell's nucleus contains the basis for inheritance.

1929
Phoebus Levene identifies the building blocks of DNA.

1949-50
Erwin Chargaff finds that DNA-base composition varies between species but the bases are always present in fixed ratios within a species.

1953

Rosalind Franklin and Maurice Wilkins use x-ray analyses to show that DNA has a regularly repeating helical structure.

**1885 to 1901
Albrecht Kossel.
Isolation and
description of
nucleobases**

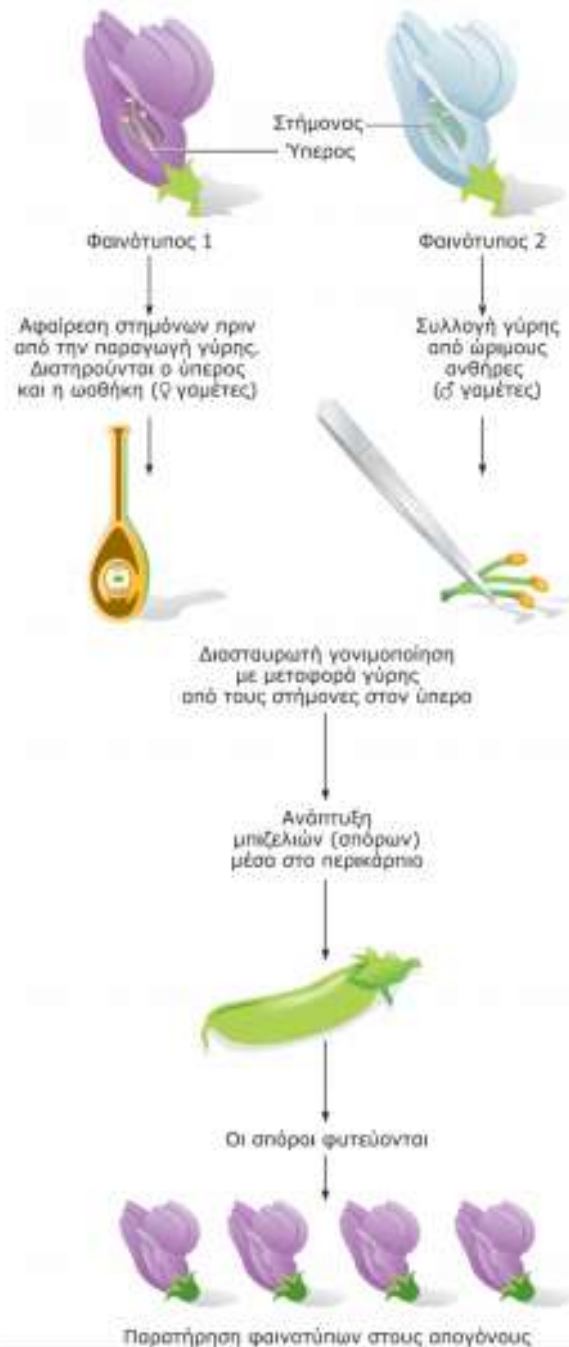


Ποια μόρια μεταφέρουν την κληρονομήσιμη πληροφορία;

Οι ιδιότητες του μορίου της κληρονομικότητας

- **Αντιγραφή** – περνά την πληροφορία στους απογόνους
- **Ποικιλία μορφών** – Υπάρχει σε τεράστιο αριθμό διαφόρων μορφών ώστε να ελέγχει πολλά γνωρίσματα
- **Μετάλλαξη** – αλλάζει δίνοντας δυνατότητα να δημιουργηθούν νέοι χαρακτήρες

ΜΕΝΤΕΛ ΚΑΙ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

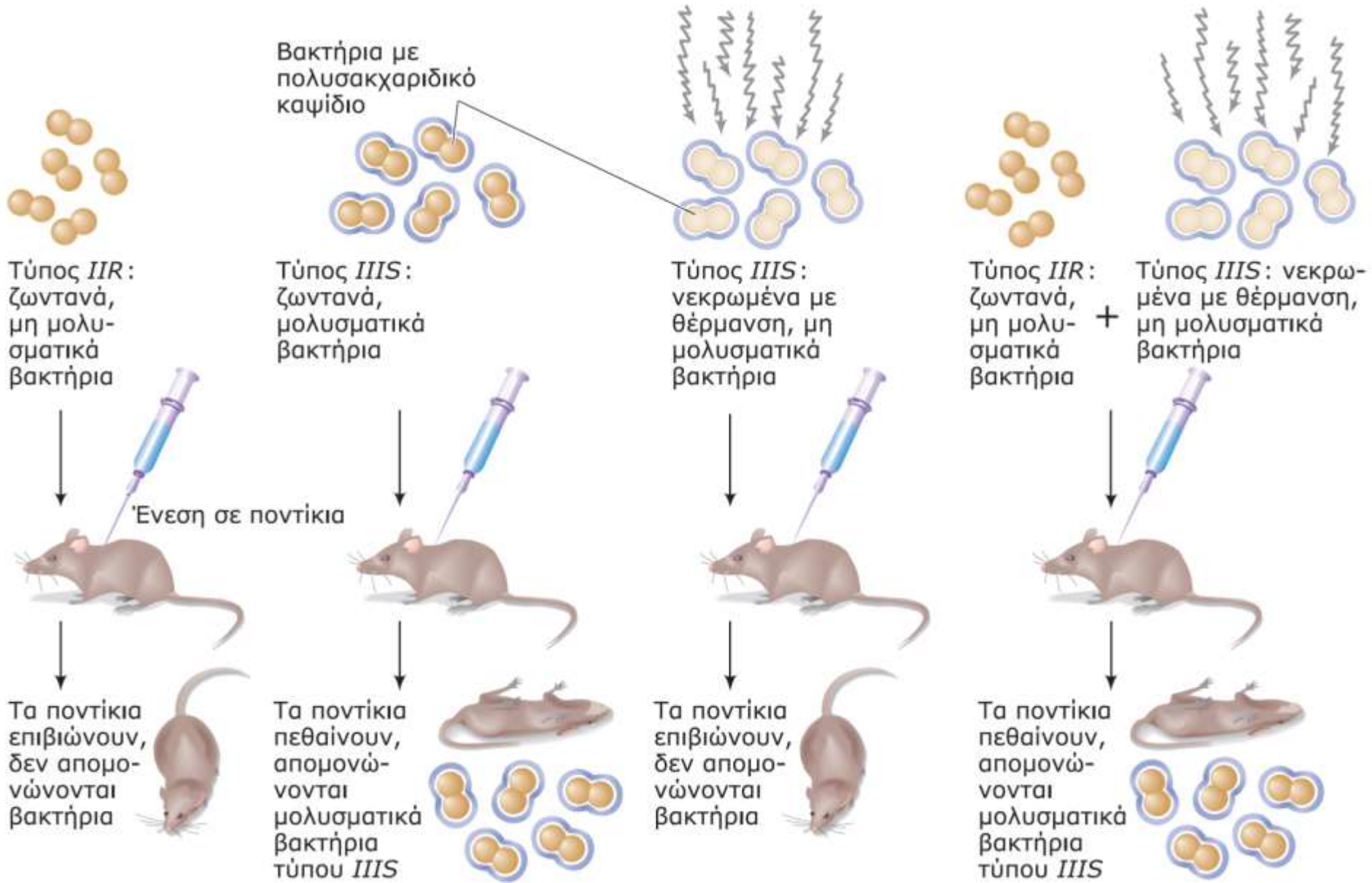


- Τα πειράματα διασταυρώσεων του Μέντελ στο μπιζέλι αποκάλυψαν τα πρότυπα κληρονομικότητας
- Οι νόμοι του Μέντελ βασίζονται σε διακριτούς παράγοντες της κληρονομικότητας
 - Τα χρωμοσώματα ως φορείς κληρονομικότητας
 - Τα γονίδια χαρτογραφούνται στα χρωμοσώματα μέσω ανάλυσης σύνδεσης
 - Τα γονίδια δεν βρίσκονται πάντοτε στα χρωμοσώματα του πυρήνα

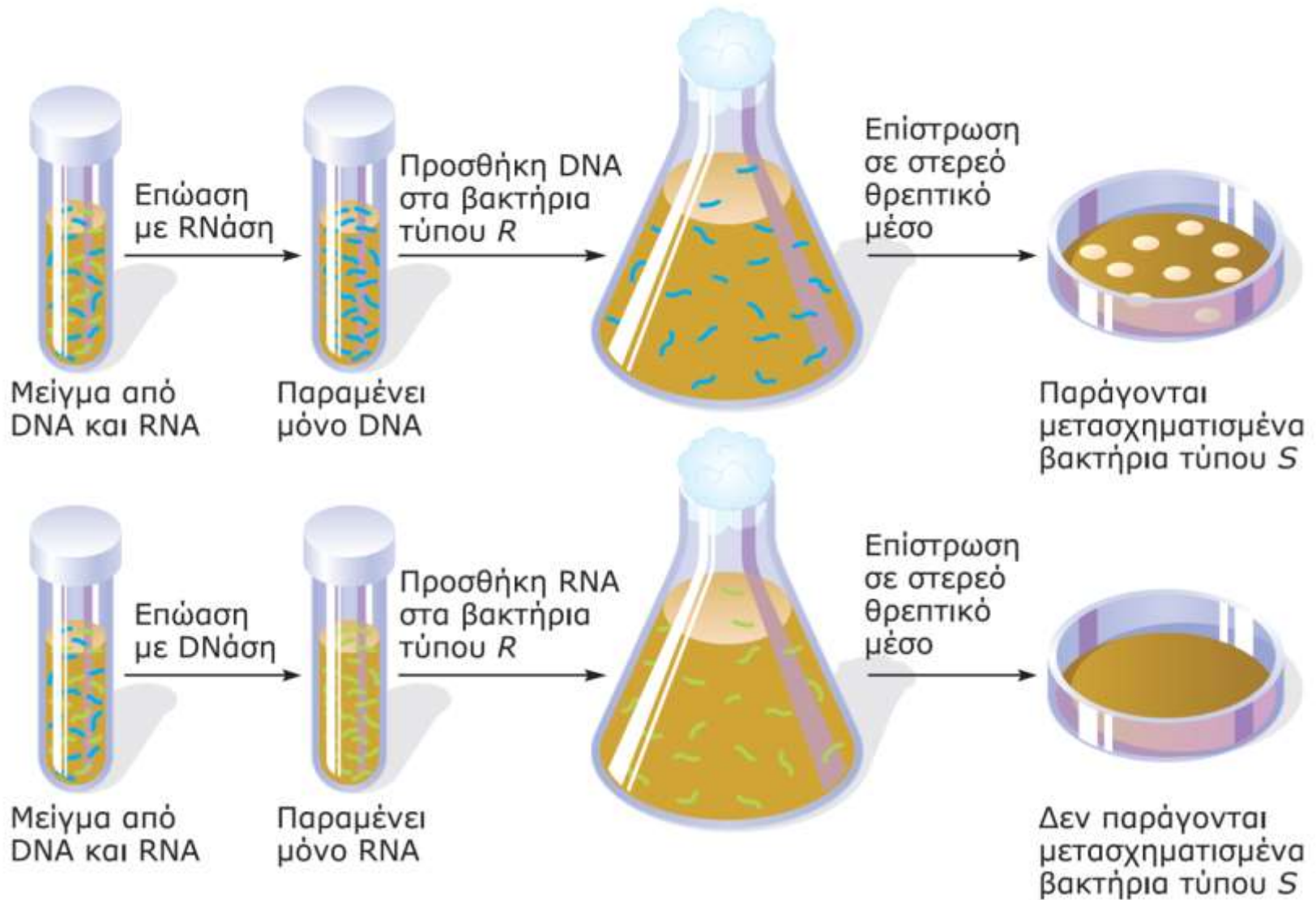
Κύρια δεδομένα που αποδεικνύουν το DNA σαν γενετικό υλικό

- 1928 Griffith
- 1944 Avery, McCarty, & MacLeod
- 1952 Hersey and Chase

Το πείραμα μετασχηματισμού του Griffith.

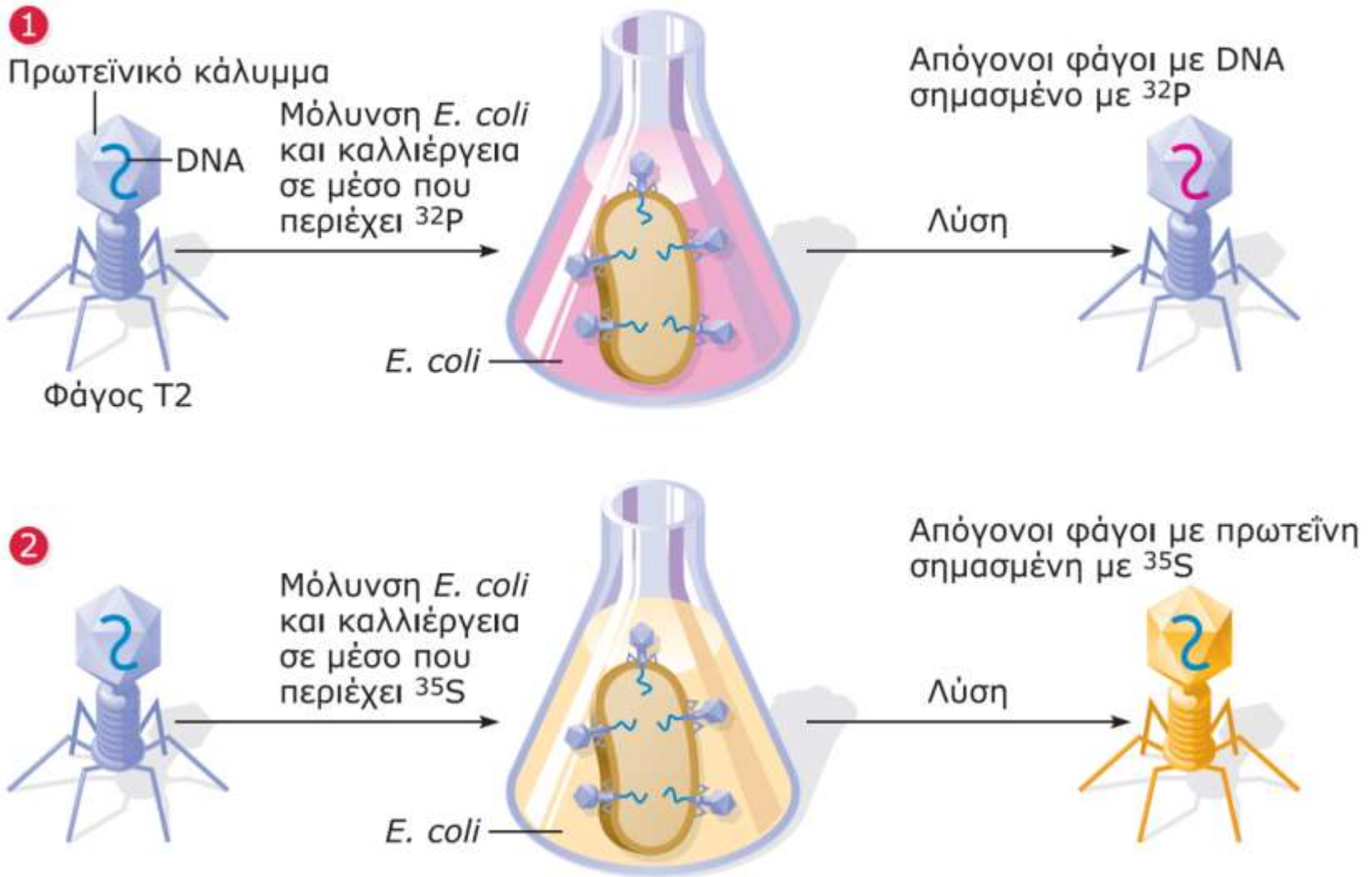


Το πείραμα που απέδειξε ότι η μετασχηματιστική αρχή είναι το DNA και όχι το RNA.



Το πείραμα των Hershey-Chase.

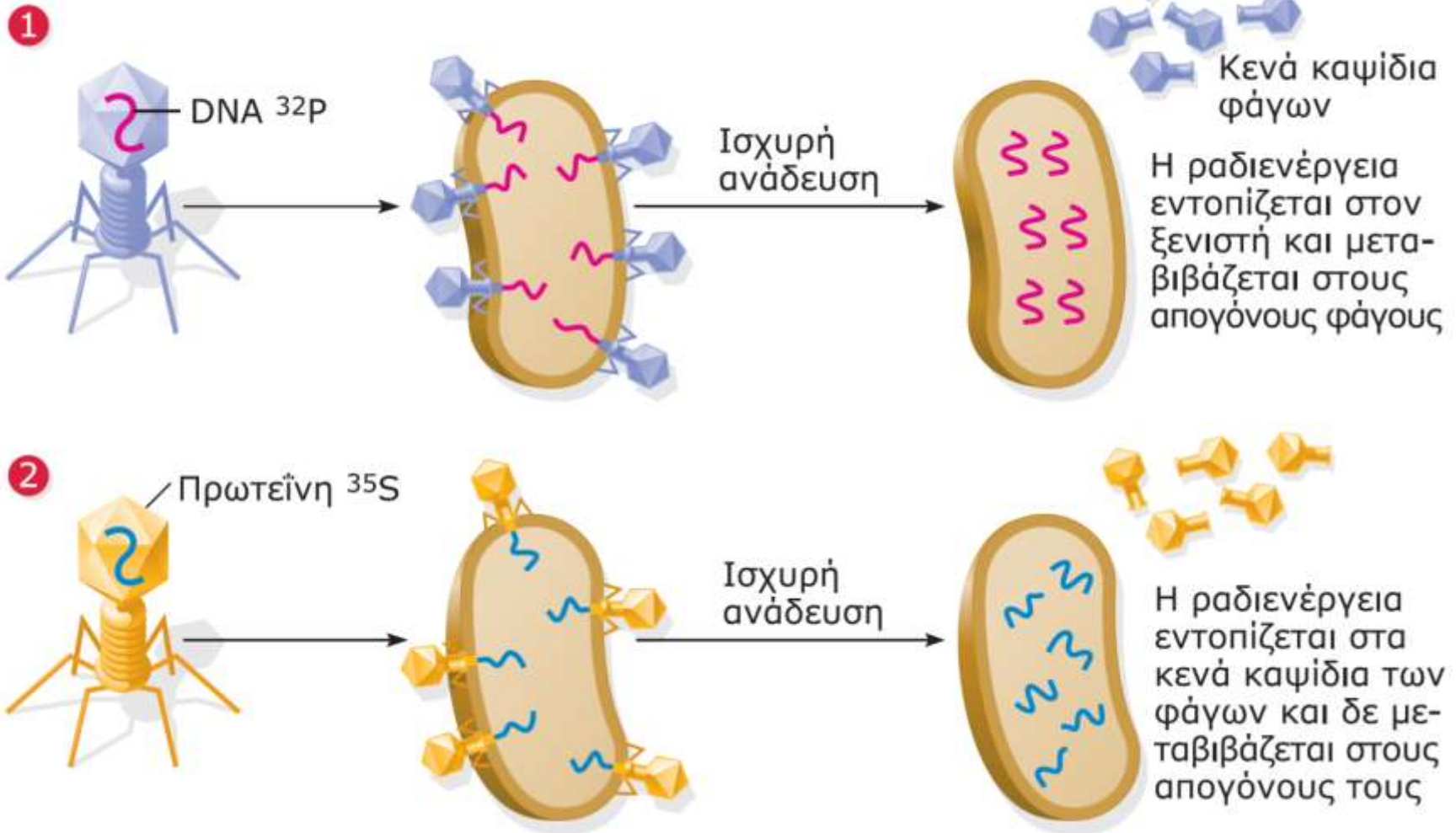
α) Παραγωγή ραδιενεργά σημασμένων βακτηριοφάγων T2



(α) Η παραγωγή φάγων T2 με:

(1) DNA σημασμένο με ^{32}P ή (2) πρωτεΐνη σημασμένη με ^{35}S .

β) Πείραμα που απέδειξε ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό του T2

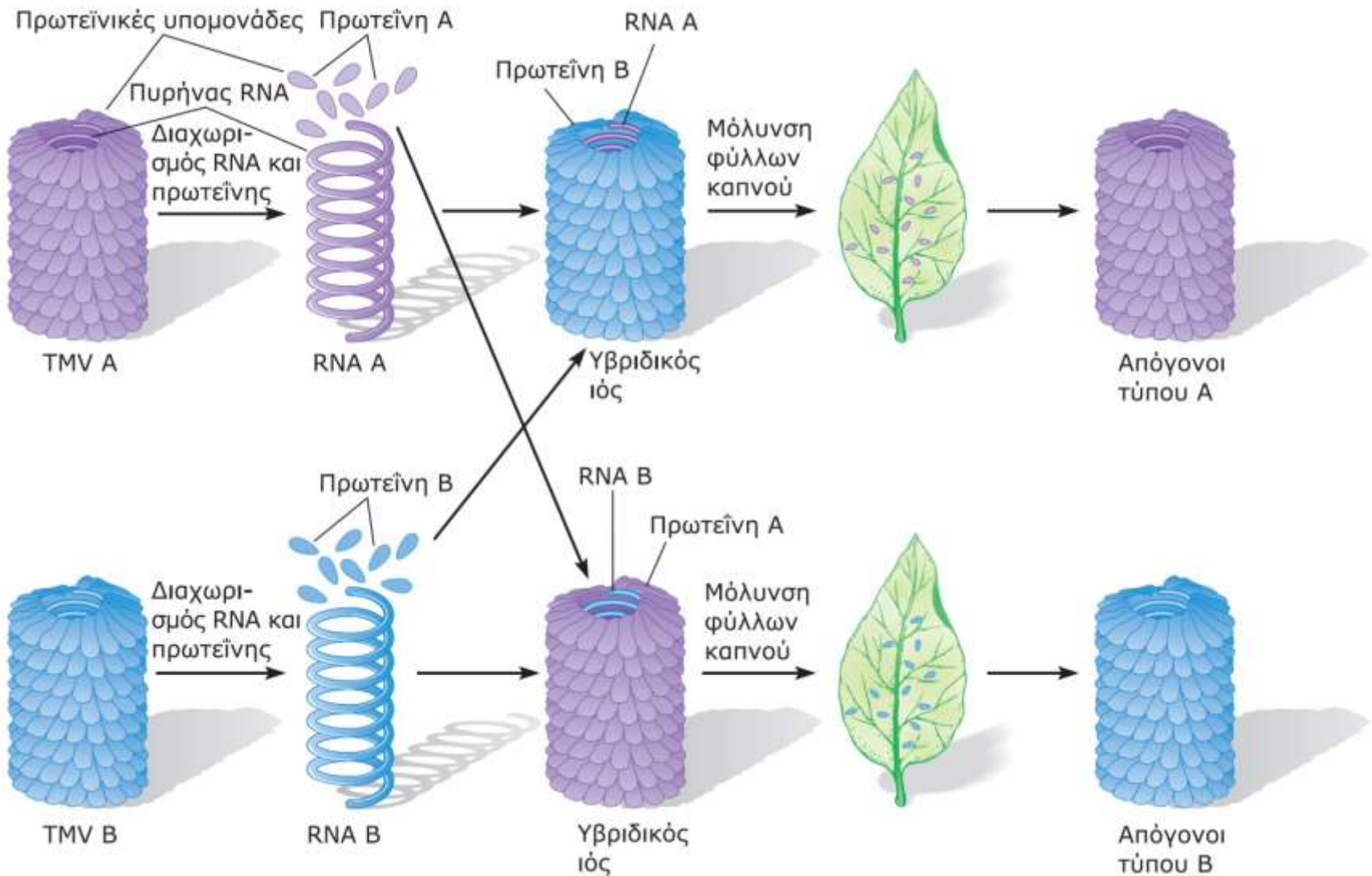


(β) Τα πειραματικά στοιχεία που δείχνουν ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό του φάγου T2:

(1) Ο ^{32}P βρίσκεται μέσα στα βακτήρια και εμφανίζεται στους απογόνους φάγους, ενώ

(2) το ^{35}S δεν εντοπίζεται μέσα στα βακτήρια και απομακρύνεται με τα κενά καψίδια.

Απόδειξη ότι το RNA είναι το γενετικό υλικό του ιού της μωσαϊκής του καπνού (TMV).

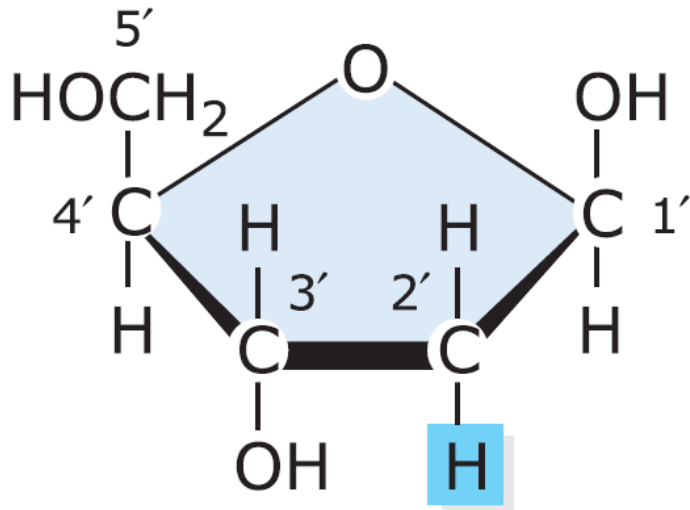


Ιδιότητες DNA

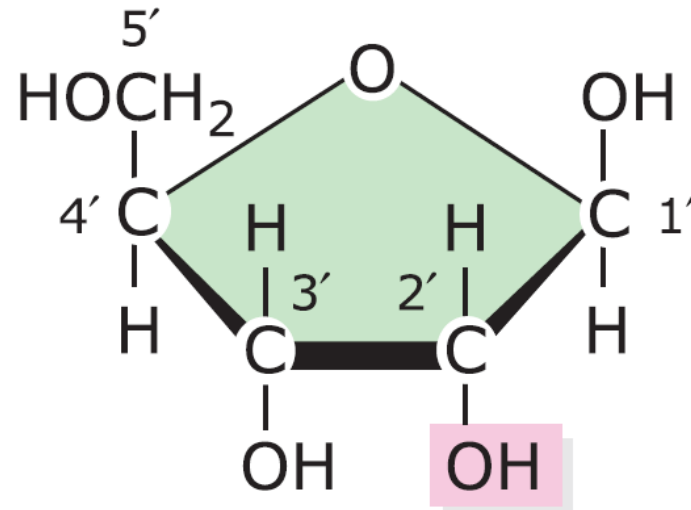
Το DNA ως ο φορέας των κληρονομικών χαρακτηριστικών έχει τις πιο κάτω ιδιότητες:

- Είναι ικανό να αποθηκεύει κωδικοποιημένα μηνύματα στο μόριό του, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο του μεταβολισμού και της ανάπτυξης του κάθε οργανισμού.
- Μπορεί να αντιγράφεται κατά την κυτταρική διαίρεση, με αποτέλεσμα όλα τα κωδικοποιημένα μηνύματα να μεταφέρονται από την πατρική στη θυγατρική γενιά.
- Είναι σταθερό και έτσι μεταφέρονται όλα τα κωδικοποιημένα μηνύματα σε πολλές διαδοχικές γενιές.
- Μπορεί να υποστεί μεταλλάξεις (αλλαγές), με δυνατότητα να δημιουργηθούν νέοι χαρακτήρες που επιτρέπουν στους οργανισμούς να προσαρμόζονται καλύτερα στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος

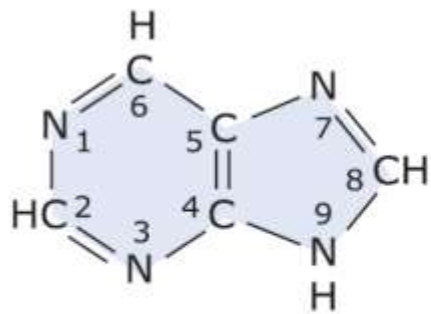
Οι δομές της δεοξυριβόζης και της ριβόζης, των σακχάρων πεντόζης του DNA και του RNA αντίστοιχα. Επισημαίνεται η διαφορά μεταξύ των δύο σακχάρων στο 2' άνθρακα.



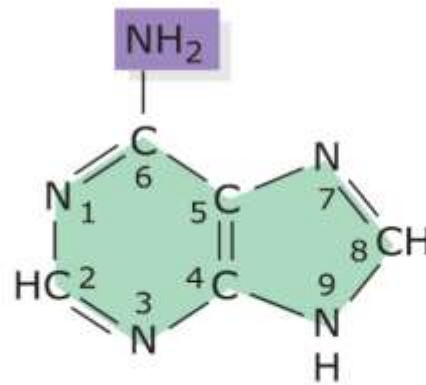
Δεοξυριβόζη



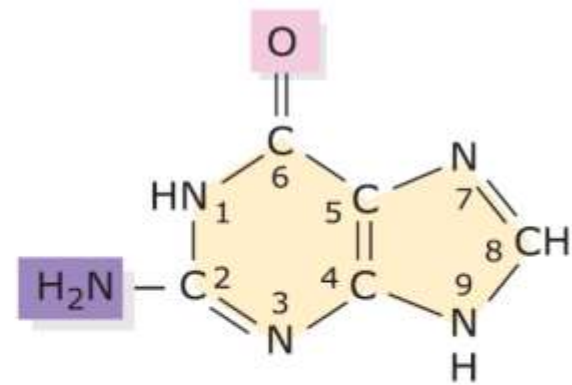
Ριβόζη



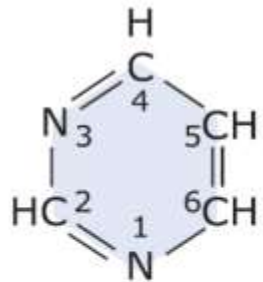
Πουρίνη
(πρόδρομη
ένωση)



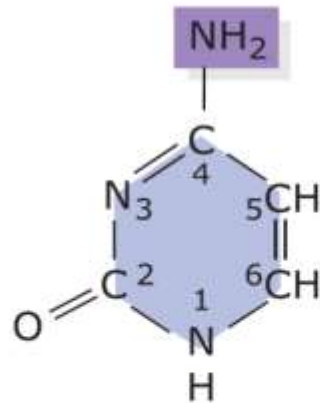
Αδενίνη (A)



Γουανίνη (G)



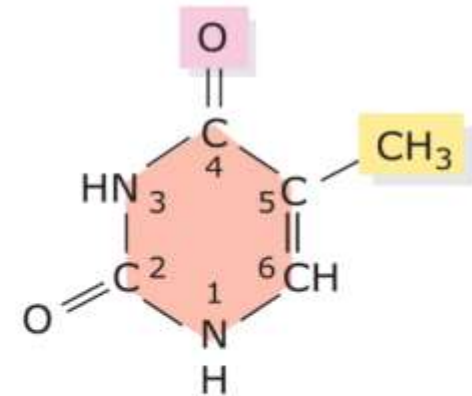
Πυριμιδίνη
(πρόδρομη
ένωση)



Κυτοσίνη (C)



Ουρακίλη (U)
(εντοπίζεται
μόνο στο RNA)



Θυμίνη (T)
(εντοπίζεται
μόνο στο DNA)

Οι δομές των αζωτούχων βάσεων στο DNA και στο RNA.

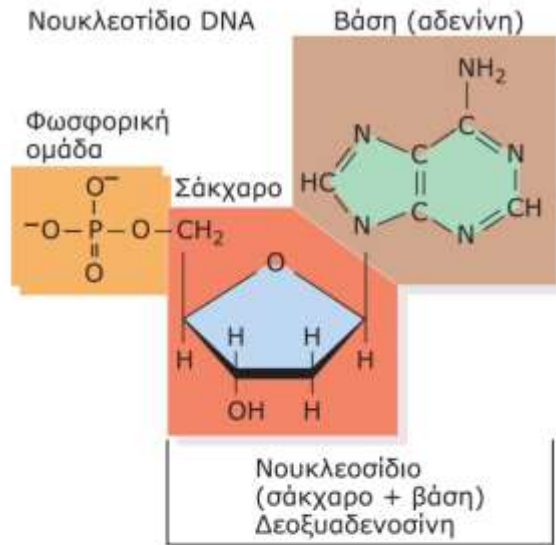
Οι χαρακτηριστικές πρόδρομες ενώσεις είναι η πουρίνη (επάνω αριστερά) και η πυριμιδίνη (κάτω αριστερά). Επισημαίνονται οι διαφορές μεταξύ των βάσεων.

Ονοματολογία

Πίνακας 10.1 Τα ονόματα των βάσεων, των νουκλεοσιδίων και των νουκλεοτιδίων που συναντώνται στο DNA και στο RNA

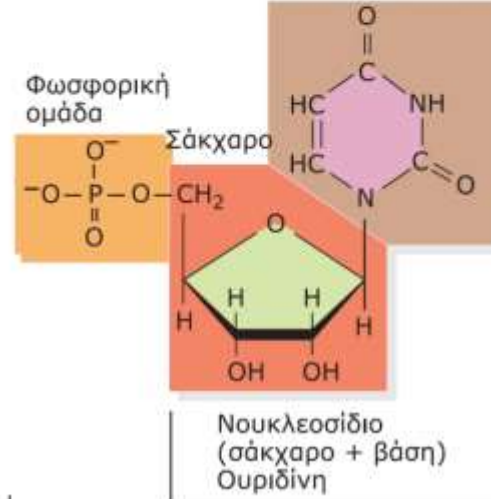
		Βάση: Πουρίνες (Pu)		Βάση: Πυριμιδίνες (Py)		
		Αδενίνη (A)	Γουανίνη (G)	Κυτοσίνη (C)	Θυμίνη (T) (βρίσκεται προσδεδεμένη μόνο σε δεοξυριβόζη)	Ουρακίλη (U) (βρίσκεται προσδεδεμένη μόνο σε ριβόζη)
DNA	Νουκλεοσίδιο: δεοξυριβόζη + βάση	Δεοξυαδενοσί- νη (dA)	Δεοξυγουανο- σίνη (dG)	Δεοξυκυτιδίνη (dC)	Θυμιδίνη (dT)	
	Νουκλεοτίδιο: δεοξυριβόζη + βάση + φωσφορική ομάδα	Δεοξυαδενυλι- κό οξύ ή μονο- φωσφορική δεοξυαδενοσί- νη (dAMP)	Δεοξυγουανυ- λικό οξύ ή μο- νοφωσφορική δεοξυγουανο- σίνη (dGMP)	Δεοξυκυτιδι- λικό οξύ ή μο- νοφωσφορική δεοξυκυτιδίνη (dCMP)	Θυμιδυλικό οξύ ή μονοφω- σφορική θυμι- δίνη (dTMP)	
RNA	Νουκλεοσίδιο: ριβόζη + βάση	Αδενοσίνη (A)	Γουανοσίνη (G)	Κυτιδίνη (C)		Ουριδίνη (U)
	Νουκλεοτίδιο: ριβόζη + βάση + φωσφορική ομάδα	Αδενυλικό οξύ ή μονοφωσφο- ρική αδενοσί- νη (AMP)	Γουανυλικό οξύ ή μονοφω- σφορική γουα- νοσίνη (GMP)	Κυτιδυλικό οξύ ή μονοφω- σφορική κυτι- δίνη (CMP)		Ουριδυλικό οξύ ή μονοφωσφορι- κή ουριδίνη

α) Νουκλεοτίδια DNA και RNA



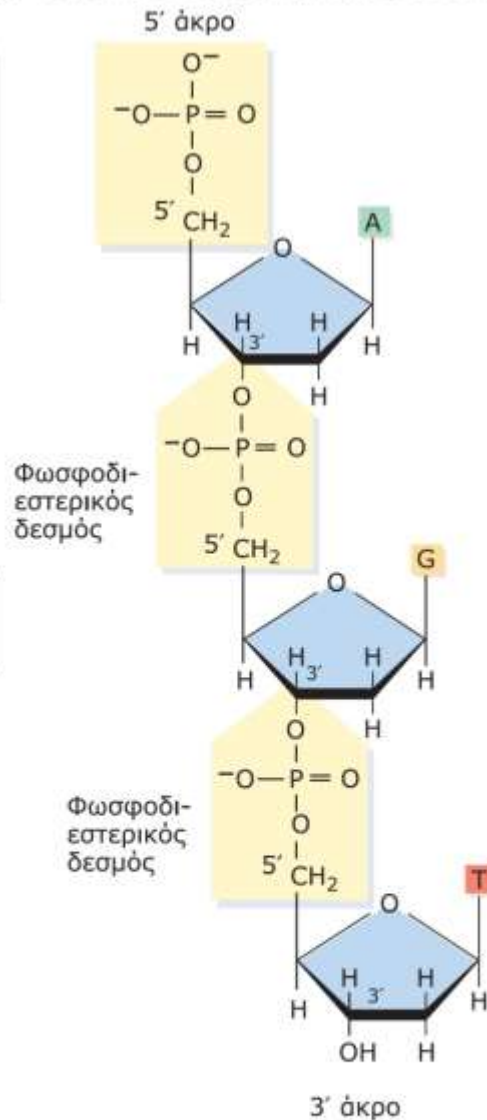
Νουκλεοτίδιο (σάκχαρο + βάση + φωσφορική ομάδα) 5' - μονοφωσφορική δεοξαδενοσίνη

Νουκλεοτίδιο RNA Βάση (ουρακίλη)



Νουκλεοτίδιο (σάκχαρο + βάση + φωσφορική ομάδα) 5' - μονοφωσφορική ουριδίνη ή ουριδιλικό οξύ

β) Πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα DNA



Χημική δομή του DNA και του RNA.

(α) Βασικές δομές των νουκλεοσιδίων (σάκχαρο + βάση) και των νουκλεοτιδίων (σάκχαρο + βάση + φωσφορική ομάδα) του DNA και του RNA. Στην εικόνα οι φωσφορικές ομάδες είναι σε πορτοκαλί πλαίσιο, τα σάκχαρα είναι σε κόκκινο και οι βάσεις σε καφέ.

(β) Ένα τμήμα πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας, στην προκειμένη περίπτωση μονόκλωνου DNA. Τα σάκχαρα δεοξυριβόζης συνδέονται με φωσφοδιεστερικούς δεσμούς (κίτρινα πλαίσια) μεταξύ του 3' άνθρακα του ενός σακχάρου και του 5' άνθρακα του επόμενου σακχάρου.

Μοριακή δομή του DNA.

Κανόνας του Chargaff

Πίνακας 10.2 Σύσταση των βάσεων του DNA σε διάφορους οργανισμούς

Προέλευση του DNA	Ποσοστό κάθε βάσης στο DNA				Αναλογίες		
	A	T	G	C	A/T	G/C	(A + T)/(G + C)
Άνθρωπος (σπερματοζώαρια)	31,0	31,5	19,1	18,4	0,98	1,03	1,67
Καλαμπόκι (<i>Zea mays</i>)	25,6	25,3	24,5	24,6	1,01	1,00	1,04
<i>Drosophila</i>	27,3	27,6	22,5	22,5	0,99	1,00	1,22
<i>Euglena</i> (πυρήνας)	22,6	24,4	27,7	25,8	0,93	1,07	0,88
<i>Escherichia coli</i>	26,1	23,9	24,9	25,1	1,09	0,99	1,00

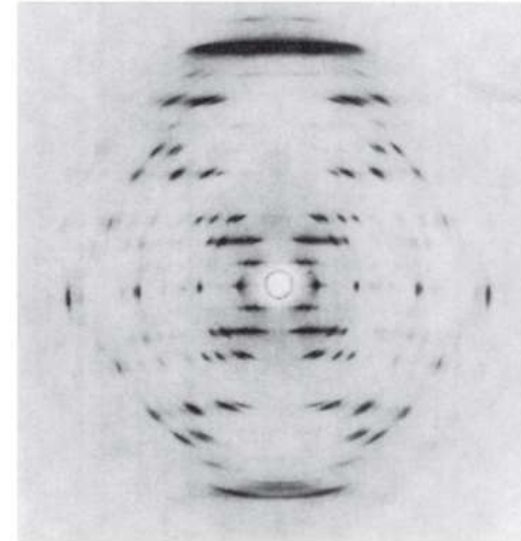
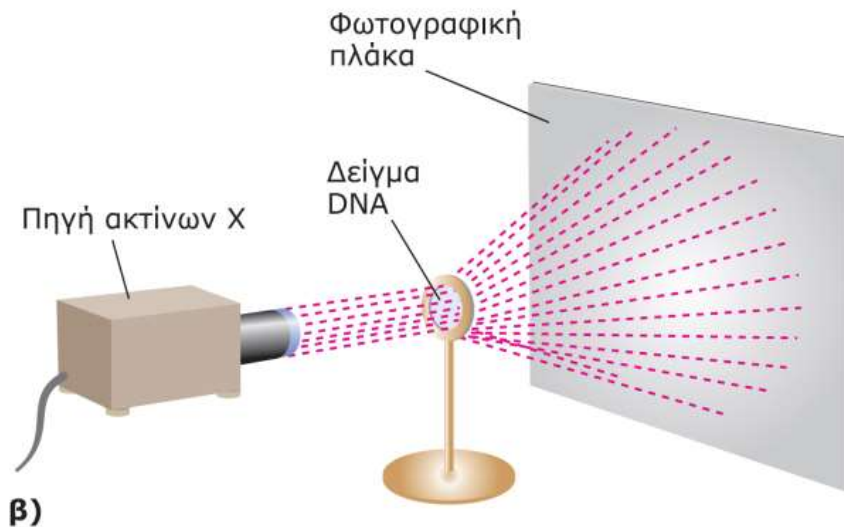
Οι αναλογίες του Chargaff

Μοριακή δομή του DNA.

Ανάλυση του DNA με διάθλαση ακτίνων Χ.

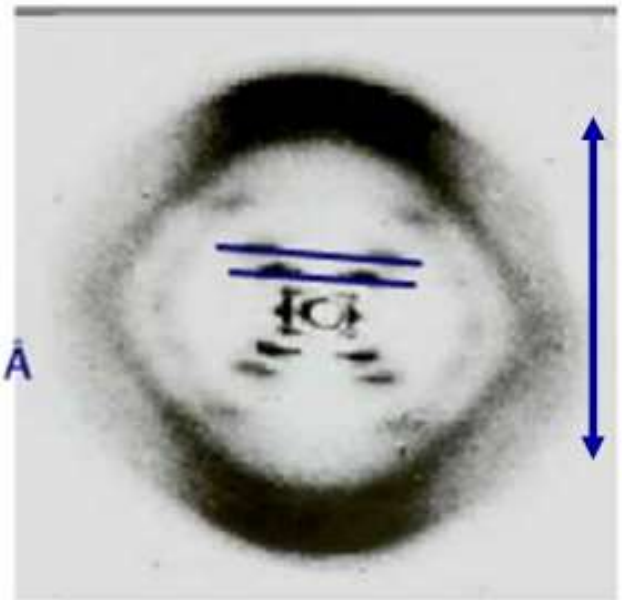
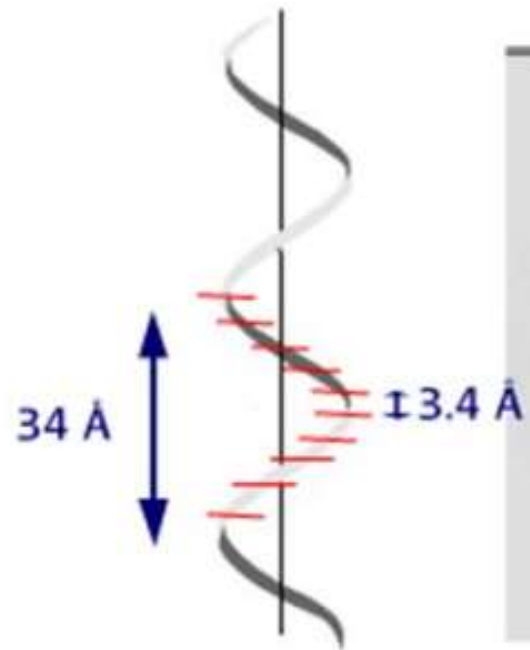
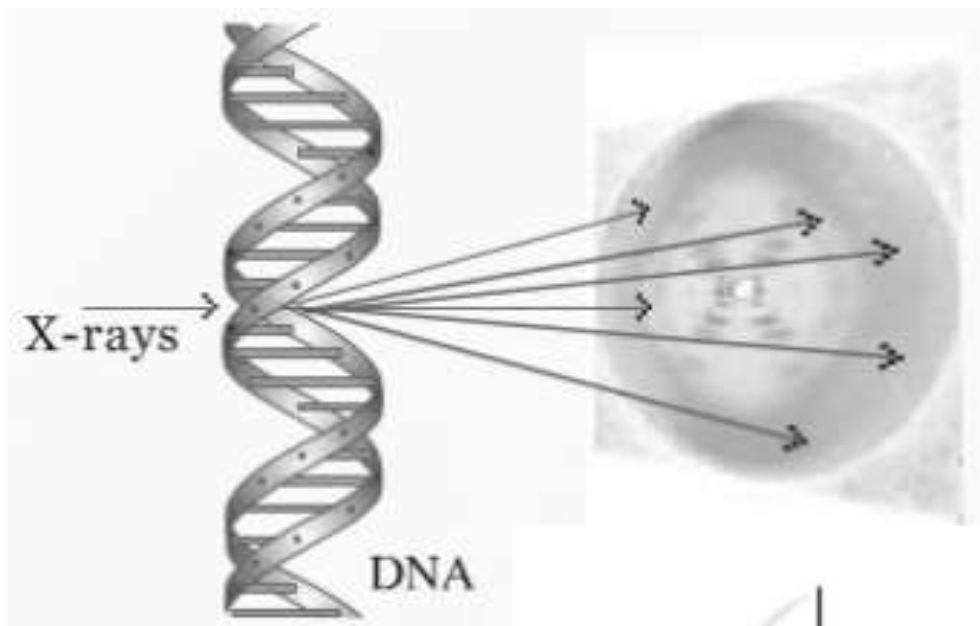


(α) Η Rosalind Franklin και ο Maurice H. F. Wilkins (η φωτογραφία του Wilkins έχει ληφθεί το 1962, τη χρονιά που μοιράστηκε το βραβείο Nobel με τους Watson και Crick).



Πρότυπο διάθλασης ακτίνων Χ

(β) Το πρότυπο διάθλασης ακτίνων Χ του DNA που χρησιμοποίησαν οι Watson και Crick για να αναπτύξουν το μοντέλο της διπλής έλικας. Οι σκοτεινές περιοχές που σχηματίζουν ένα Χ στο κέντρο της φωτογραφίας υποδηλώνουν την ελικοειδή φύση του DNA. Οι σκοτεινοί μηνίσκοι στο επάνω και στο κάτω μέρος της φωτογραφίας υποδηλώνουν την απόσταση 0,34 nm μεταξύ των ζ.β.



B-FORM

Μοριακή δομή του DNA.

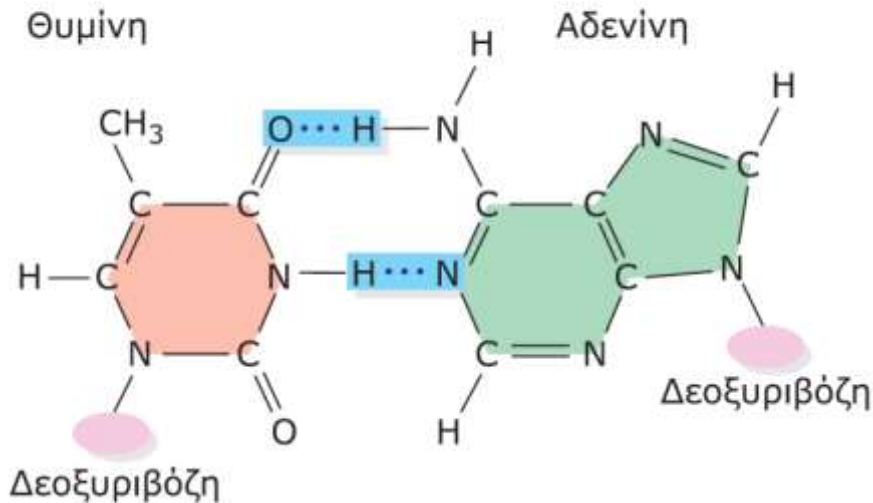
Ο James Watson (αριστερά) και ο Francis Crick (δεξιά) το 1993 στον εορτασμό της 40ής επετείου για την ανακάλυψη της δομής του DNA από τους ίδιους και το 1953 με το μοντέλο της δομής του DNA.



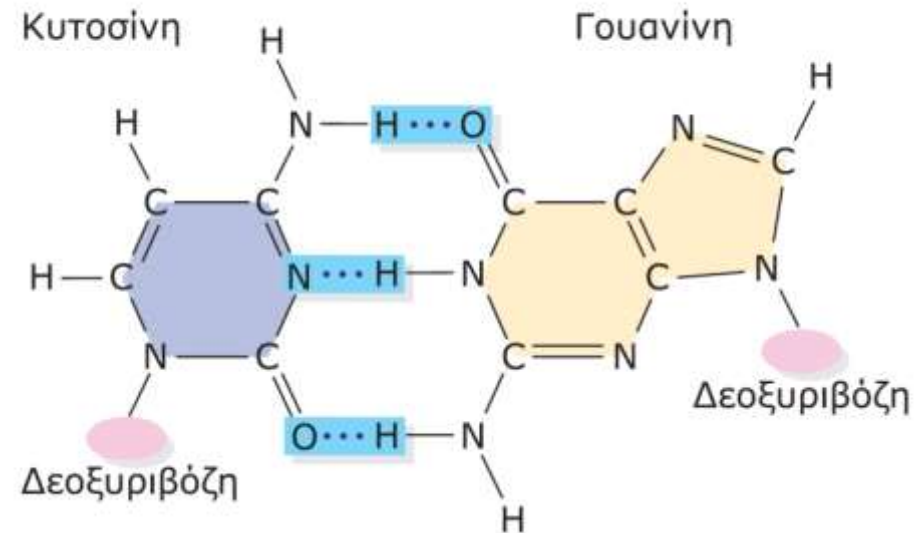
Δομές των συμπληρωματικών ζευγών βάσεων που συναντώνται στο DNA. Και στις δύο περιπτώσεις, μία πουρίνη ζευγαρώνει με μία πυριμιδίνη.

- (α) Το ζεύγος αδενίνη-θυμίνη, που συνδέεται με δύο δεσμούς υδρογόνου.
(β) Το ζεύγος γουανίνη-κυτοσίνη, που συνδέεται με τρεις δεσμούς υδρογόνου.

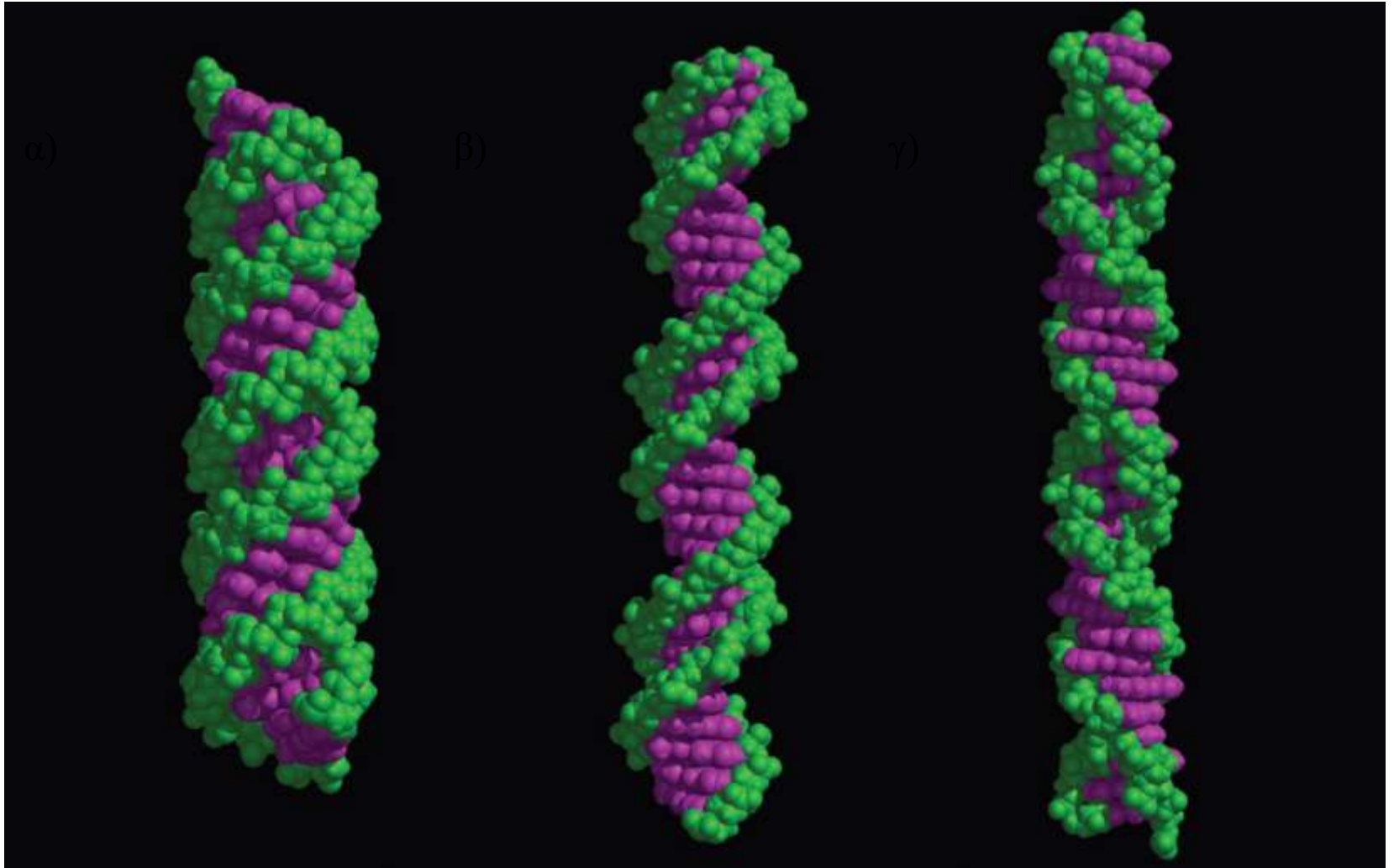
**α) Ζεύγος αδενίνης-θυμίνης
(Δύο δεσμοί υδρογόνου)**



**β) Ζεύγος γουανίνης-κυτοσίνης
(Τρεις δεσμοί υδρογόνου)**



**Χωροπληρωτικό μοντέλο διαφορετικών τύπων DNA.
(α) A-DNA. (β) B-DNA. (γ) Z-DNA.**



Πίνακας 10.3 Ιδιότητες του A-DNA, του B-DNA και του Z-DNA

Ιδιότητα	A-DNA	B-DNA	Z-DNA
Φορά της έλικας	Δεξιόστροφη	Δεξιόστροφη	Αριστερόστροφη
Ζεύγη βάσεων ανά πλήρη στροφή της έλικας	10,9	10,0	12,0
Μορφολογία	Βραχεία και φαρδιά	Μακρύτερη και λεπτότερη	Επιμήκης και λεπτή
Μεγάλη αύλακα	Εξαιρετικά στενή και πολύ βαθιά	Φαρδιά και ενδιάμεσου βάθους	Πεπλατυσμένη στην επιφάνεια της έλικας
Μικρή αύλακα	Πολύ φαρδιά και ρηχή	Στενή και ενδιάμεσου βάθους	Εξαιρετικά στενή και πολύ βαθιά
Θέση του άξονα της έλικας	Μεγάλη αύλακα	Μέσα από τα ζεύγη βάσεων	Μικρή αύλακα
Διάμετρος της έλικας	2,2 nm	2,0 nm	1,8 nm

Πίνακας 10.4 Ποσότητα του DNA στο απλοειδές γονιδίωμα (τιμή C) ορισμένων επιλεγμένων ειδών

Είδος	Τιμή C (bp)
Ιοί και Φάγοι	
λ (βακτηριοφάγος)	48.502*
T4 (βακτηριοφάγος)	168.900
Ιός λευκαϊμίας αιλουροειδών (ιός γάτας)	8.448*
Ιός πιθήκου 40 (SV40)	5.243*
Ανθρώπινος ιός ανοσοανεπάρκειας (HIV-1, ο παράγοντας που προκαλεί AIDS)	9.750
Ιός ιλαράς (ανθρώπινος ιός)	15.894*
Βακτήρια	
<i>Bacillus subtilis</i>	4.214.814*
<i>Borrelia burgdorferi</i> (σπειροχαίτη της ασθένειας Lyme)	910.724*
<i>Escherichia coli</i>	4.639.221*
<i>Helicobacter pylori</i> (βακτήριο που προκαλεί στομαχικό έλκος)	1.667.867*
<i>Neisseria meningitis</i>	2.272.351*
Αρχαιοβακτήρια	
<i>Methanococcus jannaschii</i>	1.664.970*

Πίνακας 10.4 Ποσότητα του DNA στο απλοειδές γονιδίωμα (τιμή C) ορισμένων επιλεγμένων ειδών

Είδος	Τιμή C (bp)
Ευκαρυώτες	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (ζύμη που προκαλεί την αλκοολική ζύμωση)	13.105.020*
<i>Schizosaccharomyces pombe</i> (σχιζοσακχαρομύκητας)	14.000.000
<i>Lilium formosanum</i> (κρίνος)	36.000.000.000
<i>Zea mays</i> (καλαμπόκι)	5.000.000.000
<i>Amoeba proteus</i> (αμοιβάδα)	290.000.000.000
<i>Drosophila melanogaster</i> (μύγα των φρούτων)	180.000.000
<i>Caenorhabditis elegans</i> (νηματώδης σκώληκας)	97.000.000
<i>Danio rerio</i> (ψάρι ζέβρα)	1.900.000.000
<i>Xenopus laevis</i> (το αμφίβιο <i>Xenopus</i>)	3.100.000.000
<i>Mus musculus</i> (ποντίκι)	3.454.200.000
<i>Rattus rattus</i> (αρουραίος)	3.093.900.000
<i>Canis familiaris</i> (σκύλος)	3.355.500.000
<i>Equus caballus</i> (άλογο)	3.311.000.000
<i>Homo sapiens</i> (άνθρωπος)	3.400.000.000

*Αυτές οι τιμές C προέρχονται από την ολοκληρωμένη αλληλουχία του γονιδιώματος, ενώ οι υπόλοιπες είναι εκτιμήσεις που βασίζονται σε άλλες μετρήσεις.

Απεικόνιση της υπερελίκωσης του DNA.

(α) Γραμμικό DNA με 20 ελικοειδείς στροφές (208 ζεύγη βάσεων).

(β) Χαλαρό κυκλικό DNA το οποίο προκύπτει από τη σύνδεση των δύο άκρων του γραμμικού μορίου που απεικονίζεται στο (α).

(γ) Το γραμμικό μόριο DNA από το (α) ξετυλιγμένο κατά δύο ελικοειδείς στροφές από το ένα άκρο του.

(δ) Ένα πιθανό κυκλικό μόριο DNA το οποίο παράγεται με σύνδεση των δύο άκρων του γραμμικού μορίου από το (γ). Το κυκλικό μόριο έχει 18 ελικοειδείς στροφές και μια βραχεία ξετυλιγμένη περιοχή.

(ε) Η πιο ευνοούμενη ενεργειακά μορφή του (δ), ένα υπερελικωμένο DNA με 20 ελικοειδείς και 2 υπερελικοειδείς στροφές.

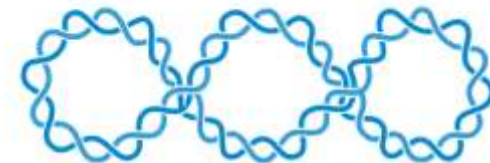
α) Γραμμικό DNA 20 στροφών



β)



ε)



Κυκλικό DNA 20 στροφών με 2 υπερελικοειδείς στροφές (υπερελικωμένο DNA)

γ) Γραμμικό DNA 20 στροφών με 2 στροφές ξετυλιγμένες



δ)

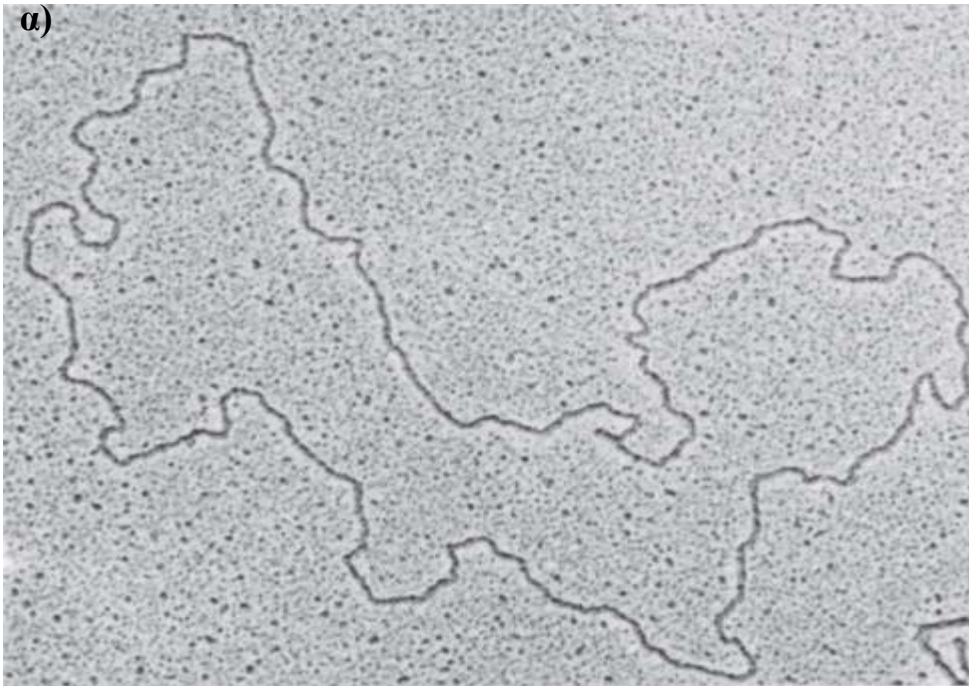


Ηλεκτρονιομικρογραφία ενός κυκλικού μορίου DNA, όπου φαίνεται η χαλαρή και η υπερελικωμένη κατάσταση.

(α) Χαλαρό (μη υπερελικωμένο) DNA.

(β) Υπερελικωμένο DNA.

Τα δύο μόρια απεικονίζονται στην ίδια μεγέθυνση.

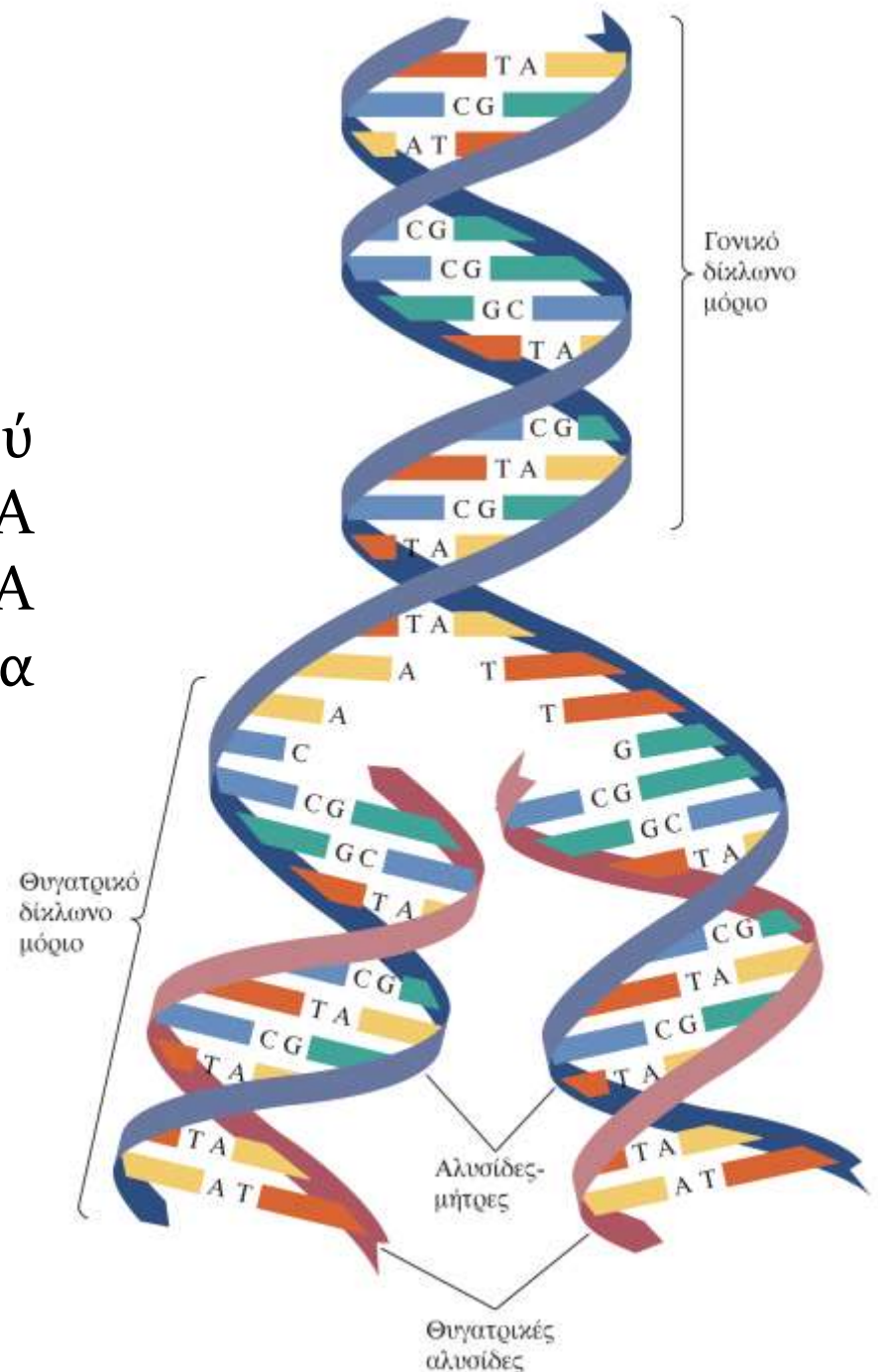


Μόρια DNA και χρωμοσώματα.

Οργανισμός και χρωμόσωμα	Τύπος	Μέγεθος (βάσεις)	Μήκος (mm) ¹
Βακτηριοφάγος λ	Ιός	48.502 ²	0,016
<i>Mycoplasma genitalium</i>	Μυκόπλασμα	580.074 ²	0,197
<i>Escherichia coli</i> K12-MG1655	Βακτήριο	4.639.221 ²	1,577
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> χρωμόσωμα IV ³	Ζυμομύκητας	1.531.974 ²	0,521
<i>Caenorhabditis elegans</i> χρωμόσωμα V ³	Νηματώδης	20.922.238 ⁴	7,11
<i>Arabidopsis thaliana</i> χρωμόσωμα I ³	Φυτό	30.494.425 ⁴	9,90
<i>Drosophila melanogaster</i> χρωμόσωμα III ³	Έντομο	51.243.003 ⁴	17,42
<i>Homo sapiens</i> χρωμόσωμα 1 ³	Θηλαστικό	246.047.941 ⁴	83,65

Η αντιγραφή του DNA

Μέσω του ημισυντηρητικού τρόπου αντιγραφής του DNA από ένα μόριο DNA παράγονται δύο πανομοιότυπα θυγατρικά μόρια.



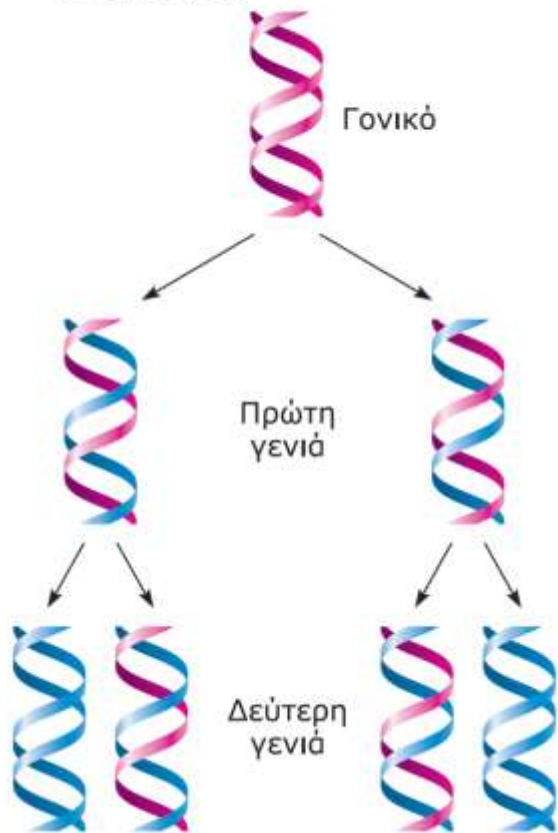
Τρία μοντέλα αντιγραφής του DNA.

(α) Το μοντέλο ημισυντηρητικής αντιγραφής (το σωστό μοντέλο).

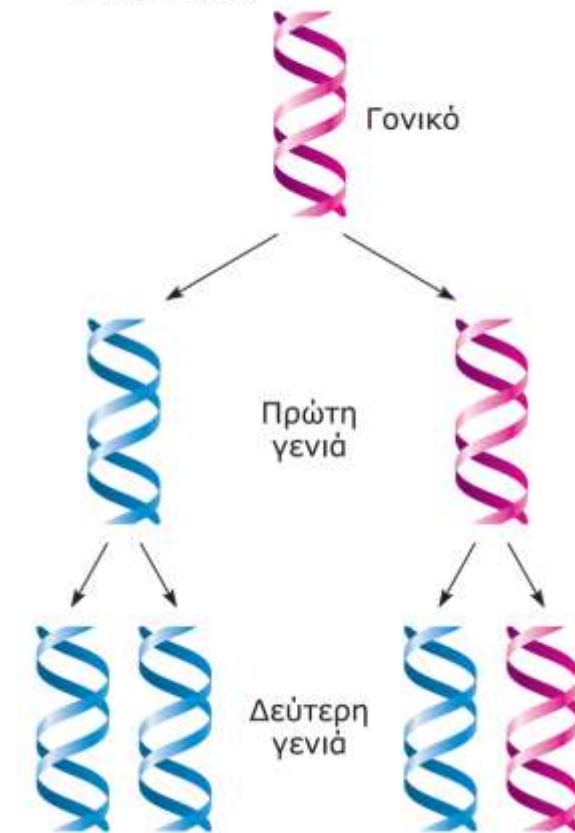
(β) Το μοντέλο συντηρητικής αντιγραφής.

(γ) Το μοντέλο διάσπαρτης αντιγραφής. Οι γονικές αλυσίδες απεικονίζονται με μπλε ενώ οι νεοσυντιθέμενες αλυσίδες με κόκκινο.

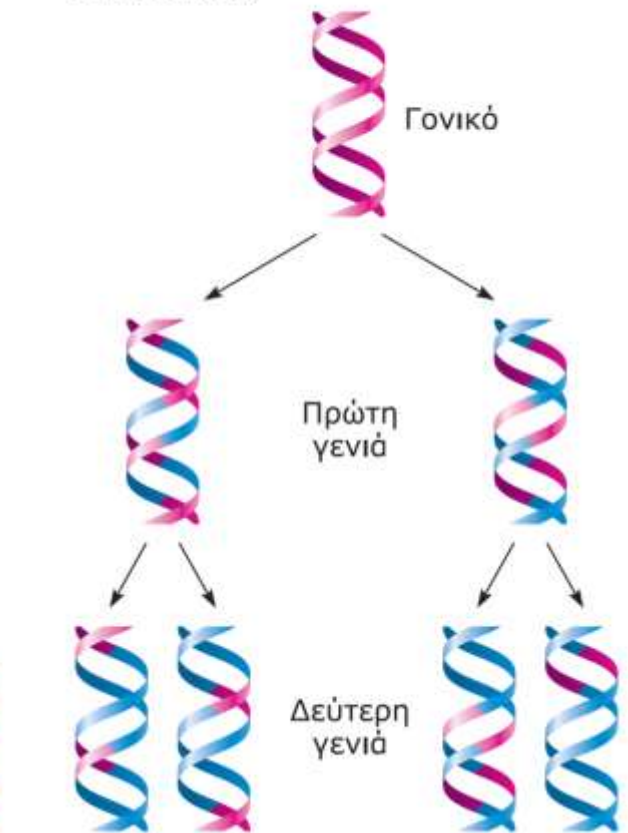
α) Το μοντέλο ημισυντηρητικής αντιγραφής

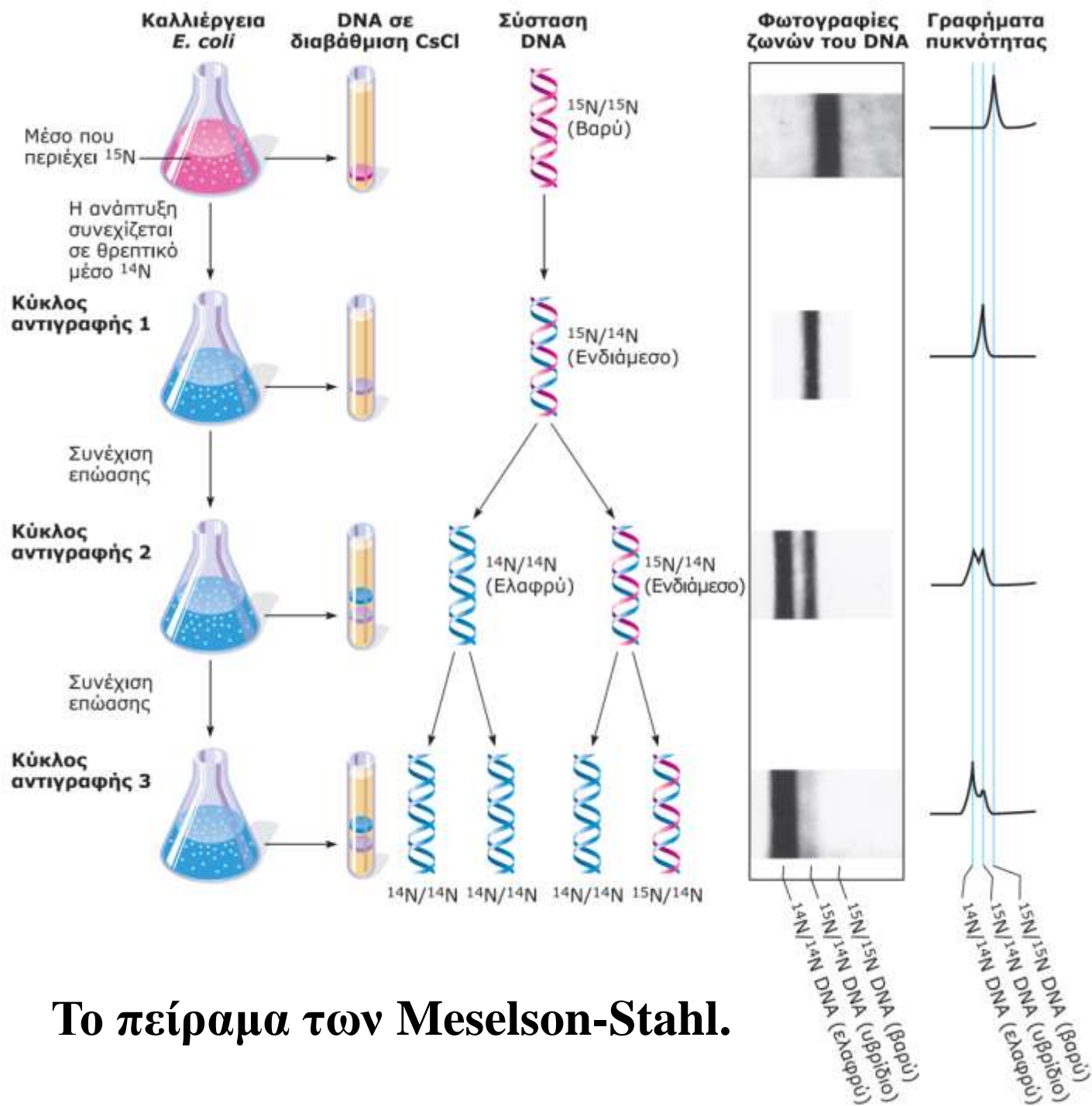


β) Το μοντέλο συντηρητικής αντιγραφής



γ) Το μοντέλο διάσπαρτης αντιγραφής





Το πείραμα των Meselson-Stahl.

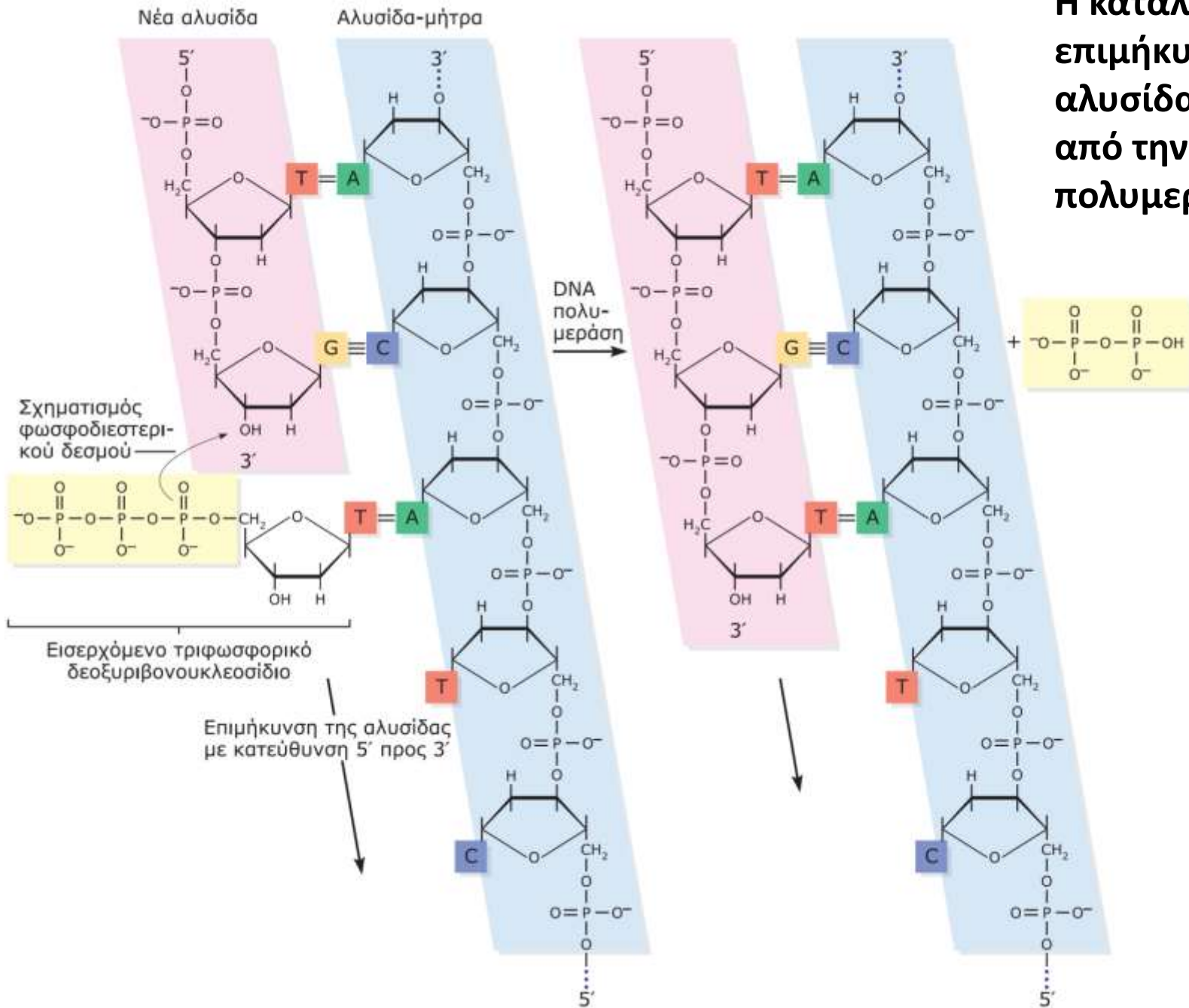
Η αντιγραφή του DNA είναι ημισυντηρητική

- Κατά την αντιγραφή το DNA από δίκλωνο γίνεται αρχικά μονόκλωνο και η μία νουκλεοτιδική αλυσίδα (μονόκλωνη) διατηρείται ως έχει κατά την αντιγραφή (Messelson and Stahl 1958)
- Η πιστότητα των γενετικών πληροφοριών διατηρείται κατά τον αναδιπλασιασμό του DNA επειδή κάθε μια από τις δυο αλυσίδες του χρησιμεύει ως πρότυπο για την σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας (ημισυντηρητικός αναδιπλασιασμός) κάθε θυγατρικό κύτταρο παίρνει μια από τις αρχικές αλυσίδες και μια που έχει νέο-συντεθεί. Το συμπληρωματικό ζευγάρι των βάσεων εξασφαλίζει την πιστότητα του γενετικού κώδικα
- Κάθε αλυσίδα DNA λειτουργεί ως μήτρα για την σύνθεση μιας θυγατρικής αλυσίδας. Συνεπώς το δίκλωνο γονικό DNA δίνει μέσω της συμπληρωματικότητας 2 θυγατρικά δίκλιωνα
- Η δομή του DNA φέρει την απαραίτητη πληροφορία για την διαίωξη της αλληλουχίας του

Νουκλεοτιδική σύσταση μορίων DNA που συντίθενται ενζυμικά σε σχέση με αυτήν του DNA που χρησιμοποιήθηκε ως μήτρα κατά τη σύνθεση.

DNA	A	T	G	C
Βακτηριοφάγος T2				
Μήτρα	1,31	1,32	0,67	0,70
Προϊόν	1,32	1,29	0,69	0,70
<i>Mycobacterium phlei</i>				
Μήτρα	0,65	0,66	1,35	1,34
Προϊόν	0,66	0,65	1,34	1,37
Θύμος μοσχαριού				
Μήτρα	1,14	1,05	0,90	0,85
Προϊόν	1,12	1,08	0,85	0,85
Πολυμερές A:T				
Προϊόν	1,99	1,93	< 0,05	< 0,05

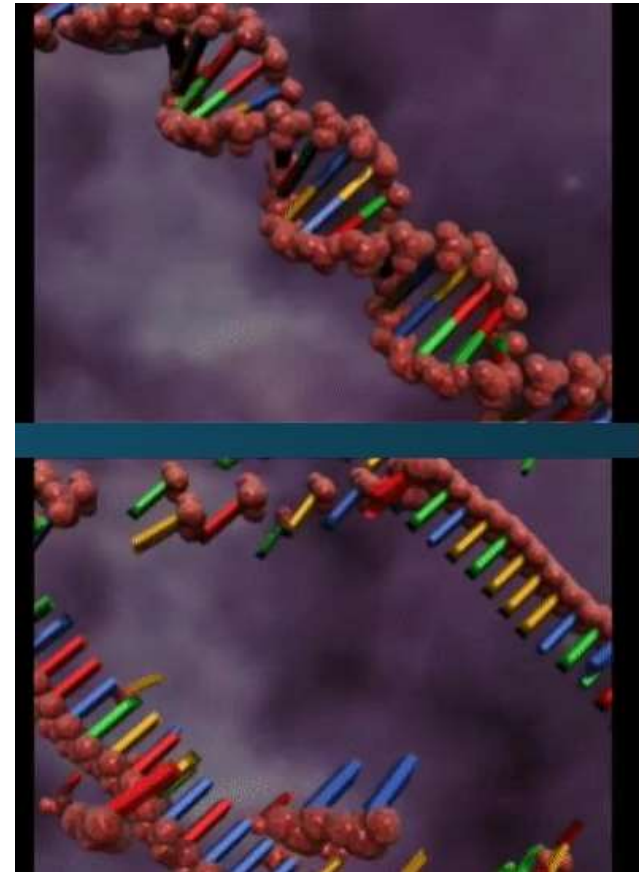
α) Μηχανισμός επιμήκυνσης του DNA



Η κατάλυση της επιμήκυνσης της αλυσίδας του DNA από την DNA πολυμεράση.

Αντιγραφή DNA

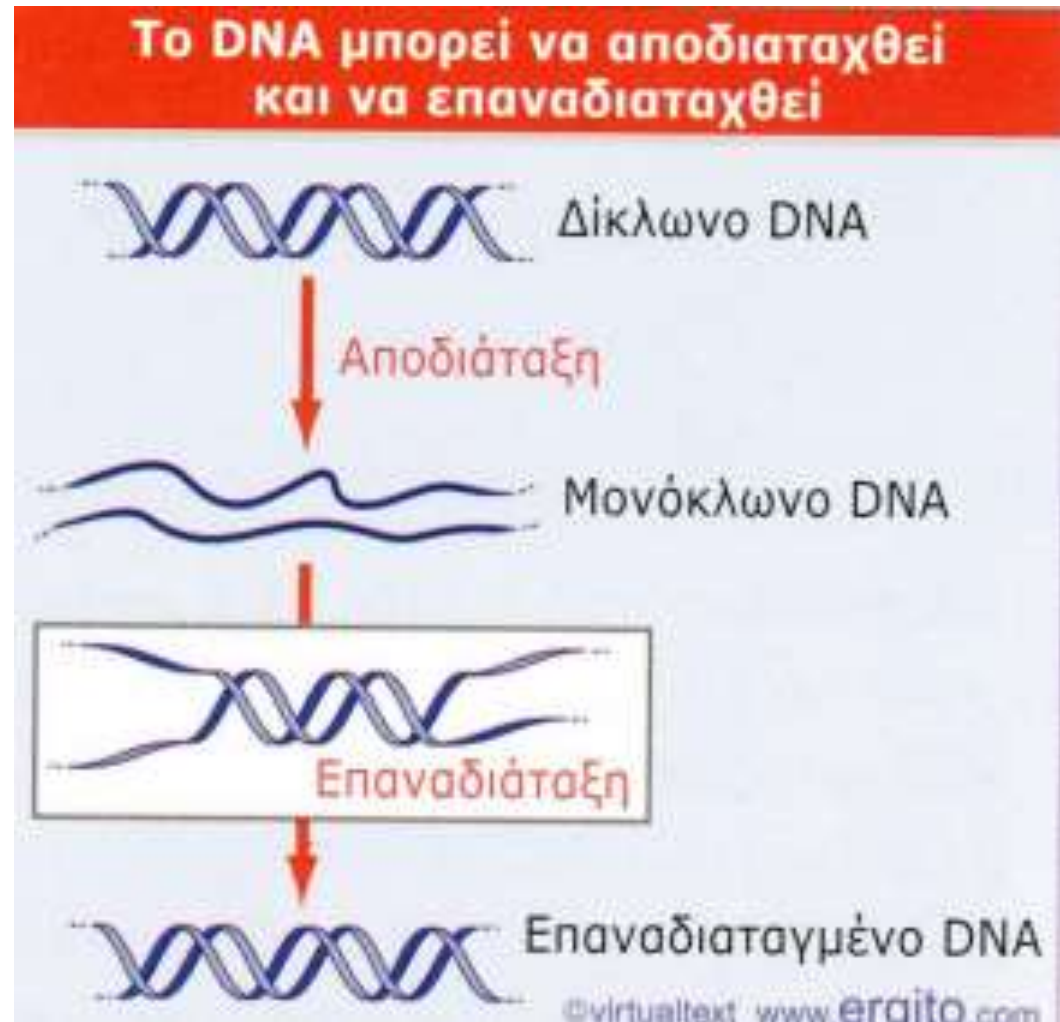
- Απαραίτητο βήμα για να γίνει η αντιγραφή είναι ο διαχωρισμός (αποδιάταξη) των αλυσίδων του γονικού δίκλωνου DNA.
- Η αποδιάταξη αυτή είναι παροδική και αντιστρεπτή
- Σε κάθε στιγμή μικρή μόνο έκταση του δίκλωνου DNA είναι αποδιαταγμένη σε μονές αλυσίδες η οποία επαναδιατάσσεται όταν συντίθεται το θυγατρικό δίκλωνο
- Ο διαχωρισμός γίνεται στην αντιγραφική διχάλα. Η αντιγραφή προϋποθέτει μετακίνηση της αντιγραφικής διχάλας κατά μήκος του γονικού DNA με μια διαδικασία αποδιάταξης των γονικών αλυσίδων και επαναδιάταξης σε θυγατρικά δίκλιωνα μόρια DNA



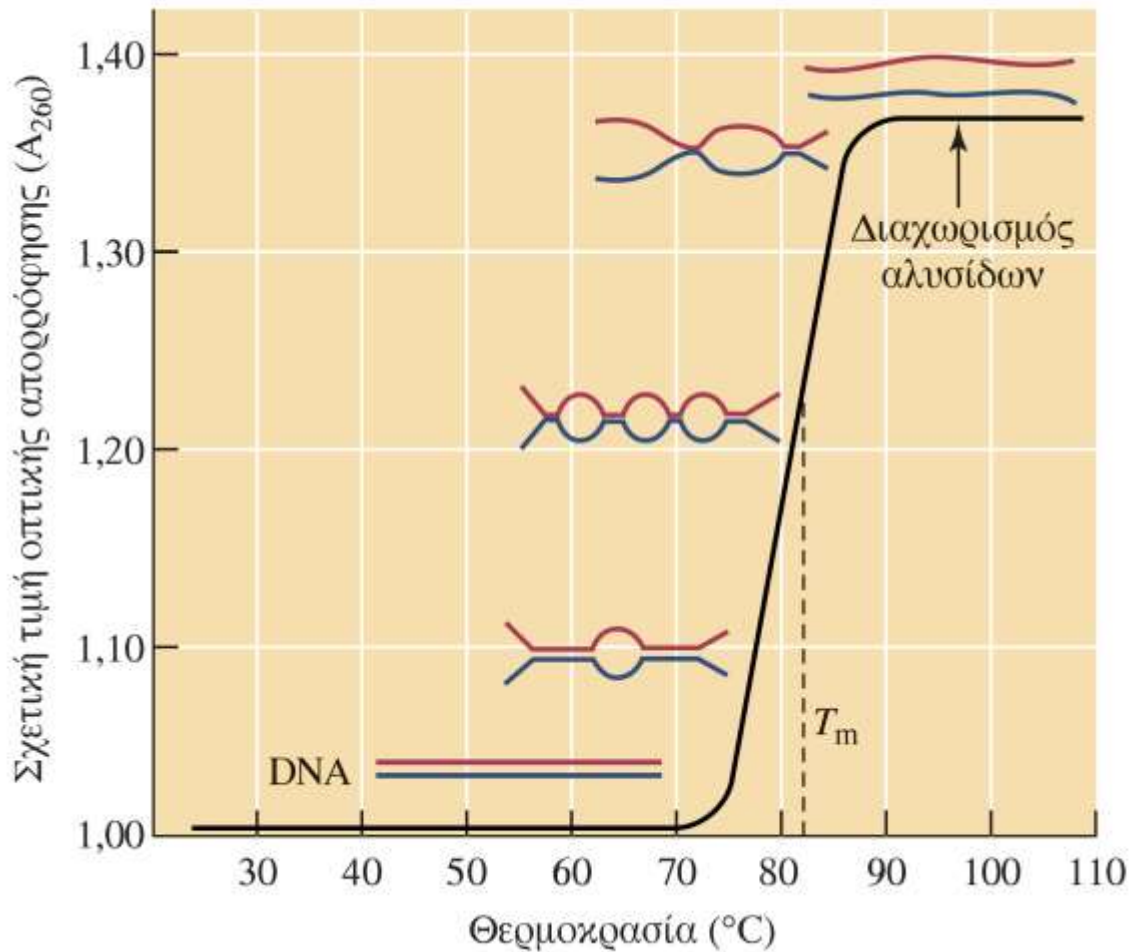
Πίνακας 11.1 Λειτουργίες ορισμένων γονιδίων και αλληλουχιών DNA που εμπλέκονται στην αντιγραφή του DNA στην *E. coli*

Γονιδιακό προϊόν ή λειτουργία	Γονίδιο
DNA πολυμεράση I	<i>polA</i>
DNA πολυμεράση III	<i>dnaE, dnaQ, dnaX, dnaN, dnaD, holA, gE</i>
Εναρκτηρία πρωτεΐνη: προσδένεται στο <i>oriC</i>	<i>dnaA</i>
Πρωτεΐνη IHF (πρωτεΐνη πρόσδεσης στο DNA): προσδένεται στο <i>oriC</i>	<i>himA</i>
Πρωτεΐνη FIS (πρωτεΐνη πρόσδεσης στο DNA): προσδένεται στο <i>oriC</i>	<i>fis</i>
Ελικάση και ενεργοποιητής της προμιάσης	<i>dnaB</i>
Δημιουργεί σύμπλοκο με το προϊόν του <i>dnaB</i> και το στρατολογεί στο DNA	<i>dnaC</i>
Προμιάση: συνθέτει τον εκκινητή RNA, ο οποίος επιμηκύνεται από την DNA πολυμεράση III	<i>dnaG</i>
Πρωτεΐνες πρόσδεσης σε μονόκλωνο DNA (SSB, Single-Stranded DNA-Binding proteins): προσδένονται στους ξετυλιγμένους μονόκλωνους βραχίονες της αντιγραφικής διχάλας	<i>ssb</i>
DNA λιγάση: σφραγίζει τις εγχοπές στις αλυσίδες του DNA	<i>lig</i>
Γυράση (τοποϊσομεράση τύπου II): περιστρέφει το DNA γύρω από τον άξονά του στην περιοχή της αντιγραφής ώστε να χαλαρώνει και να αποφεύγεται έτσι η δημιουργία κόμπων καθώς προχωρά η αντιγραφική διχάλα	<i>gyrA, gyrB</i>
Θέση έναρξης της χρωμοσωμικής αντιγραφής	<i>oriC</i>
Θέση τερματισμού της χρωμοσωμικής αντιγραφής	<i>ter</i>
TBP (πρωτεΐνη πρόσδεσης στην αλληλουχία <i>ter</i>): σταματά τις διχάλες αντιγραφής	<i>tus</i>

- Η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί την αποδιάταξη των αλυσίδων του DNA
 - Όταν ελαττωθεί η θερμοκρασία, οι μονόκλωνες συμπληρωματικές αλυσίδες μπορούν να επαναδιαταχθούν.
 - Μετά την αποδιάταξη, η αντίδραση της επαναδιάταξης μπορεί να συμβεί ανάμεσα σε μόρια DNA-DNA, DNA-RNA, RNA-RNA.
 - Η ικανότητα δύο μονόκλωνων νουκλεϊκών οξέων να υβριδίζονται αποτελεί μέτρο σύγκρισης της συμπληρωματικότητάς τους

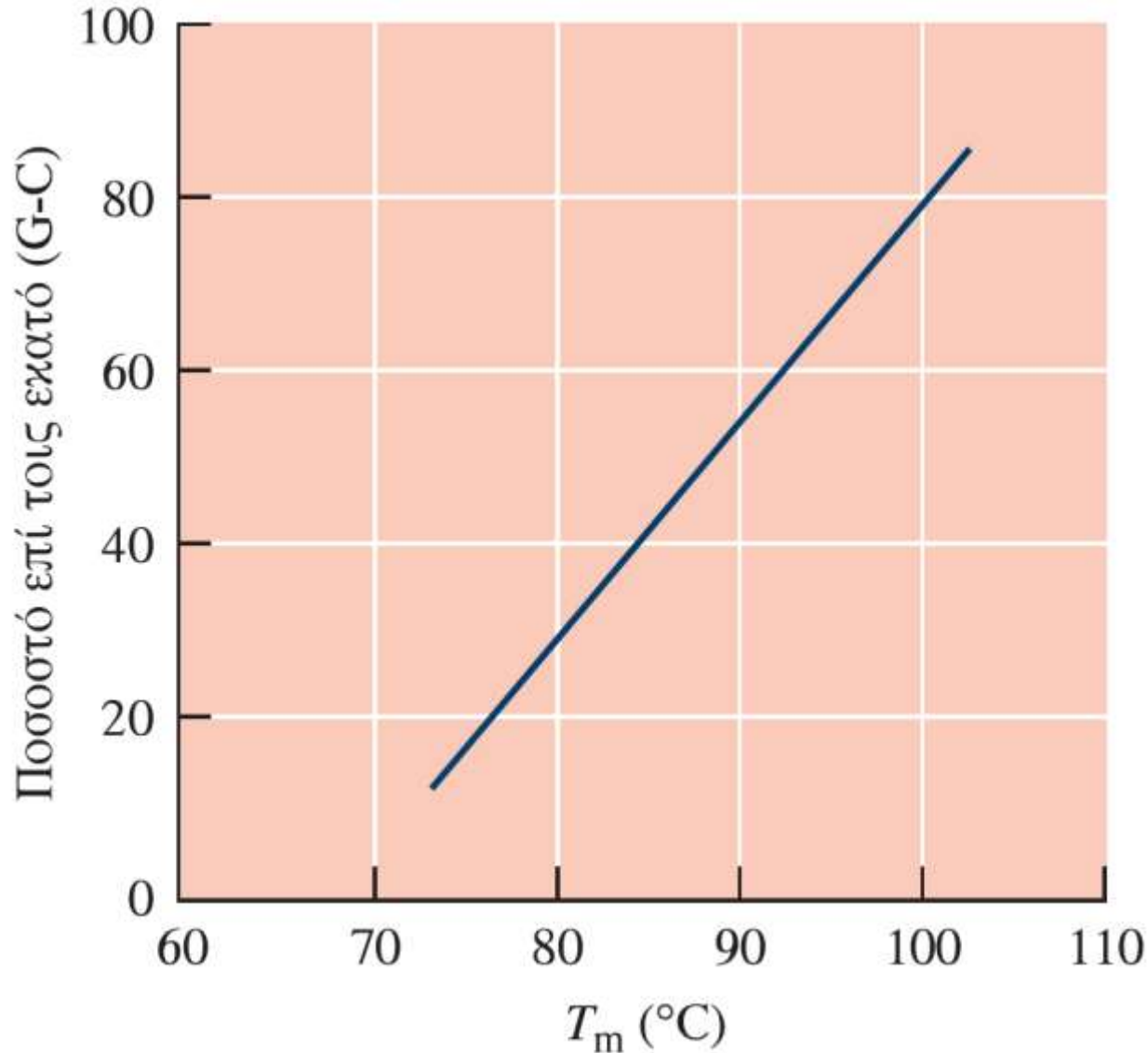


Καμπύλη τήξης του DNA



Η μέση τιμή του θερμοκρασιακού εύρους στο οποίο αποδιατάσσονται οι αλυσίδες του DNA ονομάζεται θερμοκρασία τήξης και εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε ζεύγη βάσεων G-C

Επίδραση του περιεχομένου G-C στη θερμοκρασία τήξης του DNA



Η T_m αυξάνεται με την αύξηση του ποσοστού G + C. Το διάλυμα του DNA περιέχει 0,15 M χλωριούχο νάτριο και 0,015 M κιτρικό νάτριο.

Το ζευγάρωμα των βάσεων σε ένα μικρό τμήμα ενός μορίου DNA.



↓ Θέρμανση του
DNA στους 95 °C



Διαχωρισμός
κλώνων



↓ Αργή πτώση της
θερμοκρασίας στους 65 °C

Αν δεν μπορούν
να ζευγαρώσουν
όλες (ή σχεδόν
όλες) οι βάσεις,
τα δύο μονόκλινα
μόρια δεν
υβριδοποιούνται



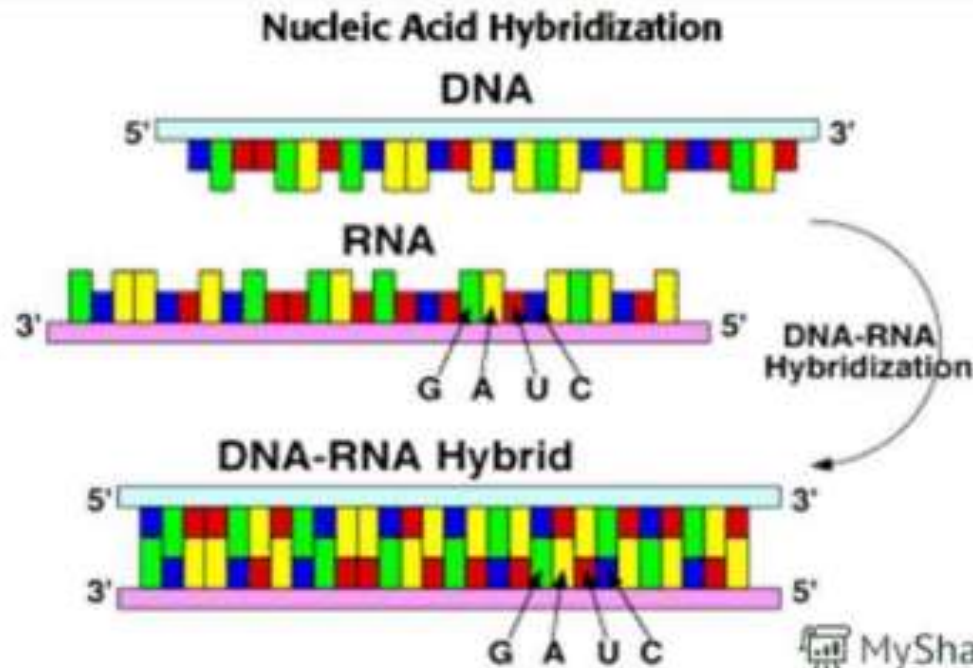
Μόνο όταν όλες οι βά-
σεις μπορούν να ζευ-
γαρώσουν ξανασημα-
τίζεται το δίκλινο μόριο



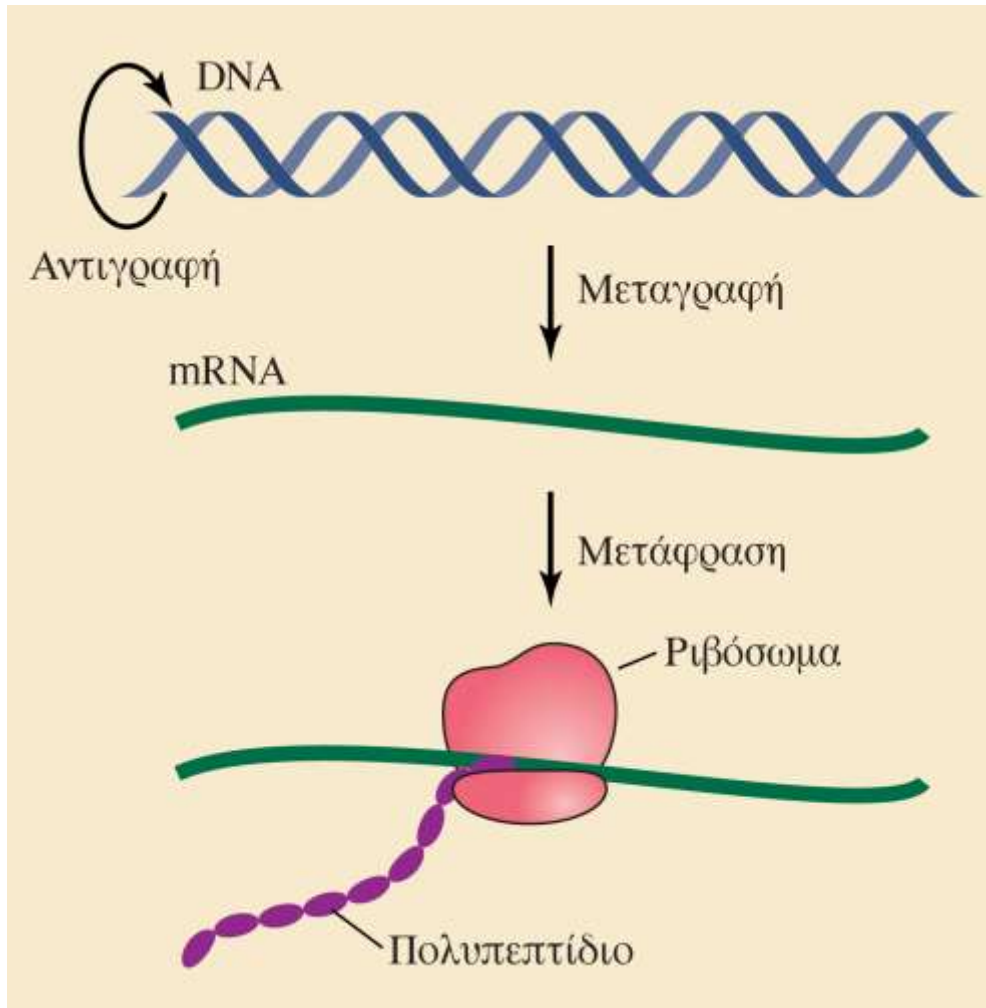
Το DNA δένει μόνο με DNA???

- Στον υβριδισμό επιτρέπεται η αλληλεπίδραση οποιοδήποτε συμπληρωματικών μονόκλωνων αλυσίδων για την δημιουργία δίκλωνης έλικας.
- Έτσι μία μονή αλυσίδα DNA μπορεί να δέσει με μια μονή RNA (το RNA κλασικά μονόκλωνο μόριο)

RNA can bind DNA
(U is equivalent of T in hybridization)

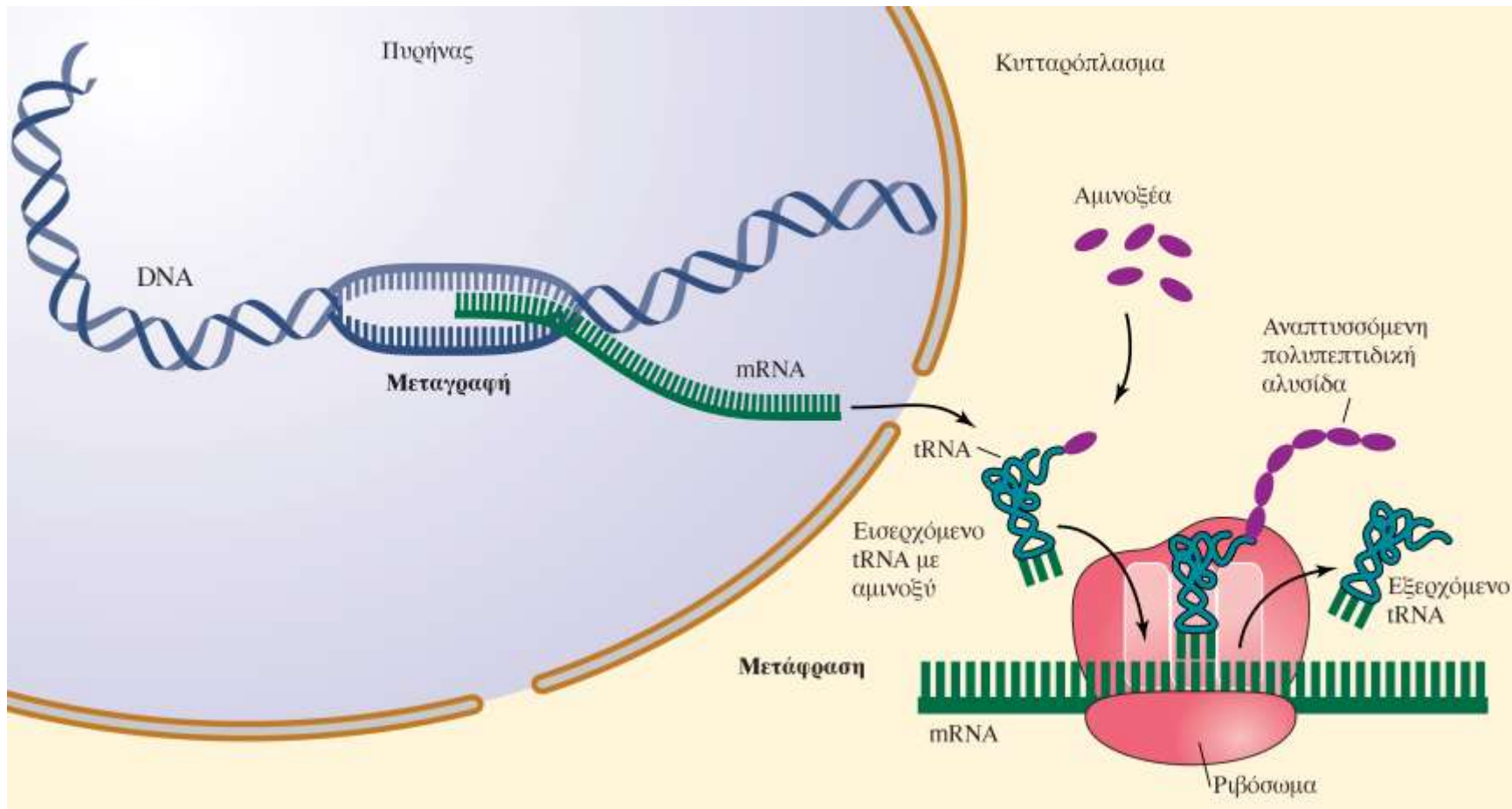


Το «κεντρικό δόγμα»



Σύμφωνα με το κεντρικό δόγμα, όπως αρχικά προτάθηκε από τον Francis Crick, η ροή πληροφοριών κατευθύνεται από το DNA στο RNA και από το RNA στην πρωτεΐνη. Το ριβόσωμα είναι το κυτταρικό οργανίδιο στο οποίο επιτελείται η πρωτεϊνοσύνθεση. Μεταγενέστερα πειράματα έδειξαν ότι η πληροφορία μπορεί επίσης να ρέει από RNA σε RNA και από RNA σε DNA (αντίστροφη μεταγραφή).

Διάγραμμα του μηχανισμού της πρωτεϊνοσύνθεσης σε κύτταρα ζώων, φυτών ή ζυμομυκήτων



Το μεταφορικό RNA (tRNA) μεταφέρει στο ριβόσωμα το αμινοξύ που πρέπει να συνδεθεί στο άκρο της επιμηκνόμενης πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Το ριβόσωμα αναγνωρίζει τη συμπληρωματική τρινουκλεοδική αλληλουχία του tRNA (το αντικωδικόνιο) που ταιριάζει με το mRNA (το κωδικόνιο) και μεταφέρει την επιμηκνόμενη πολυπεπτιδική αλυσίδα στο εισερχόμενο αμινοξύ ενώ αυτό βρίσκεται συνδεδεμένο στο tRNA.