ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας

Τεύχος Β΄

Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου

Τόμος 1ος

l_c_biologia_thk_bm_179-206_28b.indd 1 31/3/2022 10:23:02 πμ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

ΟΜΑΔΑ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ

Δρ Βασιλική Αλεπόρου-Μαρίνου, Βιολόγος, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών. Δρ Αλέξανδρος Αργυροκαστρίτης, Βιολόγος, εκτ. Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης. Δρ Αικατερίνη Κομητοπούλου, Βιολόγος, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών. Δρ Περικλής Πιαλόγλου, Βιολόγος, Πειραματικό Γυμνάσιο Αγίων Αναργύρων. Βασιλική Σγουρίτσα, Βιολόγος, Λύκειο Αγίας Τριάδας Αργολίδας.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Δρ Βασιλική Περάκη, Βιολόγος, Σύμβουλος Π.Ι.

ΟΜΑΔΑ ΚΡΙΣΗΣ

Δρ Βασίλειος Γαλανόπουλος, Βιολόγος, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης. Δρ Αντώνης Καστορίνης, Βιολόγος, Διευθυντής, 1ο Γυμνάσιο Κηφισιάς. Αναστασία Καμπούρη, Βιολόγος, Γυμνάσιο Νέας Χαλκηδόνας.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ

Αλυσίδες DNA (TSI, ΑΠΕΙΡΟΝ ΕΠΕ)

ΣΧΕΔΙΑ ΠΡΩΤΟΣΕΛΙΔΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ 2 (σελ. 29), 4 (σελ. 59) και ΕΝΘΕΤΟΥ (σελ. 179).

Λία Γαλάνη

ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΑΠΕΙΡΟΝ ΕΠΕ Diplococcus pneumoniae σελ. 15, Ιός της γρίπης σελ. 49, Καθαρισμός μονοκλωνικών αντισωμάτων σελ.119, Διαγονιδιακές αγελάδες σελ. 135 και Καθαρισμός παραλίας από πετρελαιοκηλίδα από το ναυάγιο του Exxon Valdez σελ. 157.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΥΤΤΑΡΟΓΕΝΕΤΙΚΗΣ, ΜΑΙΕΥΤΗΡΙΟ ΜΗΤΕΡΑ.

Καρυότυπος ατόμου που πάσχει από σύνδρομο Klinefelter σελ. 100 και καρυότυπος ατόμου που πά-

σχει από σύνδρομο Turner σελ. 100.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



Οι αλλαγές που ενσωματώθηκαν στην παρούσα επανέκδοση έγιναν με βάση τις διορθώσεις του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ,
ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ομάδας Προσανατολισμού
Θετικών Σπουδών
& Σπουδών Υγείας
Τεύχος Β΄

Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου

Τόμος 1ος

Ι.Τ.Υ.Ε. «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

l_c_biologia_thk_bm_179-206_28b.indd 7 31/3/2022 10:23:20 πμ

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ

Ομάδα εργασίας για το Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Προσαρμογή: Σμαΐλη Δέσποινα, Εκπαιδευτικός

Επιμέλεια: Γιουμούκη Μαρία, Εκπαιδευτικός

Επιστημονικός υπεύθυνος: Βασίλης Κουρμπέτης, Σύμβουλος Α΄ του ΥΠ.Π.Ε.Θ

Υπεύθυνη του έργου: Μαρία Γελαστοπούλου, M.Ed. Ειδικής Αγωγής

Τεχνική υποστήριξη:Κωνσταντίνος Γκυρτής, Δρ. Πληροφορικής

Συγγραφείς Προδιαγραφών προσαρμογής των βιβλίων για το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής:
Γιώργος Βουγιουκλίδης, Δάσκαλος Ειδικής Αγωγής
Γελαστοπούλου Μαρία, Εκπαιδευτικός Ειδικής Αγωγής
Γκυρτής Κωνσταντίνος, Καθηγητής Πληροφορικής

Αξιολόγηση και τελικός έλεγχος των προσαρμογών:
Γελαστοπούλου Μαρία, Εκπαιδευτικός Ειδικής Αγωγής
Γκυρτής Κωνσταντίνος, Καθηγητής Πληροφορικής

Για το μαθητή

Ο 21ος αιώνας μας βρίσκει αντιμέτωπους με ποικίλα και σύνθετα προβλήματα. Η ανάπτυξη των Βιολογικών Επιστημών μπορεί να συμβάλλει στη λύση πολλών από αυτά. Η ραγδαία αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού και η επακόλουθη υπερκατανάλωση αγαθών οδηγούν σε εξάντληση των φυσικών πηγών ενέργειας και σε ταχεία καταστροφή οικοσυστημάτων όπως οι ωκεανοί, οι λίμνες, οι υγρότοποι, τα δάση και οι κοραλλιογενείς ύφαλοι. Πρέπει λοιπόν να ασχοληθούμε με τα θέματα της κακής διατροφής, της δραστικής μείωσης των φυσικών αποθεμάτων, της ρύπανσης του περιβάλλοντος, της μείωσης της βιοποικιλότητας με την εξαφάνιση των α-

πειλουμένων ειδών. Πρέπει επίσης να αντιμετωπίσουμε με αποτελεσματικό τρόπο ασθένειες όπως το AIDS, ο καρκίνος και τα καρδιακά νοσήματα. Η λύση αυτών των προβλημάτων θα απαιτήσει τις συνδυασμένες προσπάθειες των βιολόγων και άλλων επιστημόνων, πολιτικών και κυρίως βιολογικά πληροφορημένων και ευαισθητοποιημένων πολιτών. Η βαθιά γνώση των βιολογικών θεμάτων είναι ζωτικό εργαλείο για την κατανόηση και την αντιμετώπιση των πιεστικών προβλημάτων με τα οποία ερχόμαστε καθημερινά αντιμέτωποι. Η Βιολογία, η επιστήμη της ζωής, μας βοηθά να κατανοήσουμε τους εαυτούς μας και τον πλανήτη μας.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, οι ερευνητικές μελέτες στο πεδίο της Βιολογίας έχουν συσσωρεύσει εκ-

πληκτικό αριθμό γνώσεων για το ανθρώπινο είδος και για τα εκατομμύρια των οργανισμών με τους οποίους μοιραζόμαστε τον πλανήτη μας. Οι εφαρμογές της βασικής έρευνας μας εφοδιάζουν με την τεχνολογία που είναι απαραίτητη για τις μεταμοσχεύσεις οργάνων, το χειρισμό και την τροποποίηση γονιδίων, τον έλεγχο των γενετικών ασθενειών, την αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας της τροφής μας. Η έρευνα στο πεδίο της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής μας έχει οδηγήσει σε καινούριους σχεδιασμούς για τη θεραπεία γενετικών ασθενειών και, αναπόφευκτα, στη γέννηση μιας νέας επιστήμης, της γονιδιακής θεραπείας. Νέες ανακαλύψεις στη Βιολογία έχουν βελτιώσει την ποιότητα ζωής πολλών συνανθρώπων μας.

Το βιβλίο αυτό ελπίζουμε ότι θα βοηθήσει το μαθητή στην εξερεύνηση της σύγχρονης Βιολογίας για να γίνει ένας βιολογικά πληροφορημένος και ευαισθητοποιημένος για θέματα που σχετίζονται με τη Βιολογία πολίτης ανεξάρτητα από τη σταδιοδρομία που θα αποφασίσει να ακολουθήσει.

Το βιβλίο αποτελείται από δώδεκα κεφάλαια. Στα κεφάλαια 1 έως 6 αναλύονται η δομή και οι βασικές λειτουργίες του γενετικού υλικού στο μοριακό επίπεδο, καθώς και οι βλάβες που δημιουργούν προβλήματα στη λειτουργία του και οδηγούν σε ασθένειες. Επίσης αναπτύσσεται η μεθοδολογία του ανασυνδυασμένου DNA, που αποτέλεσε την προϋπόθεση για την ανάπτυξη της Βιοτεχνολογίας. Στα κεφάλαια 7 έως 11 παρουσιάζονται οι βασικές

αρχές της Βιοτεχνολογίας, καθώς και οι εφαρμογές της στην Ιατρική, τη γεωργία και την κτηνοτροφία, τη βιομηχανία και την προστασία του περιβάλλοντος. Στο τελευταίο κεφάλαιο διατυπώνονται προβληματισμοί που αφορούν τις εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας και γενικότερα τη χρήση τεχνολογιών.

Τα κείμενα συνοδεύονται από εικόνες, πίνακες και διαγράμματα που έχουν σκοπό να βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόησή τους. Οι ερωτήσεις στο τέλος κάθε κεφαλαίου δίνουν την ευκαιρία ελέγχου της κατανόησης της ύλης. Σε κάθε κεφάλαιο υπάρχουν μία σειρά από πρόσθετες πληροφορίες, οι οποίες βρίσκονται σε έγχρωμο πλαίσιο και δεν αποτελούν εξεταστέα ύλη. Στα παραθέματα περιέχονται πρόσθετες πληροφορίες σχετικές με τα θέματα

που πραγματεύεται το αντίστοιχο κεφάλαιο.

Στο Ταξίδι στο χρόνο γίνεται ιστορική ανασκόπηση των επιτευγμάτων της Βιολογίας. Στη Μοριακή Βιολογία ή Βιοτεχνολογία με αριθμούς δίδονται πληροφορίες που βοηθούν στην κατανόηση μεγεθών σε μοριακό και κυτταρικό επίπεδο. Στο Σκεφθείτε διατυπώνονται ερωτήσεις εφαρμογής με σκοπό την κατανόηση της ύλης που καλύπτει το αντίστοιχο κεφάλαιο. Στο τέλος του βιβλίου υπάρχει Ένθετο, στο οποίο περιγράφονται μερικές από τις βασικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στη Μοριακή Βιολογία.

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε την κα Ι. Πολλάτου, Βιολόγο της Διεύθυνσης Εγκληματολογικών Ερευνών της ΕΛ.ΑΣ. για πληροφορίες σχετικά με τις εφαρμογές της με-

θόδου των αποτυπωμάτων DNA και την κα Α. Αουτράδη-Αναγνώστου, Ιατρό, Διευθύντρια του Κέντρου Μεσογειακής Αναιμίας για πληροφορίες σχετικά με τη διάγνωση της μεσογειακής αναιμίας.

Ιούνιος 1999
Οι συγγραφείς

Το βιβλίο με μία ματιά

Ένθετα

Δίνουν πρόσθετες ενδιαφέρουσες πληροφορίες σε θέματα σχετικά με την ύλη.



Η θέση του κεντρομεριδίου καθορίζει το σχήμα του χρωμοσώματος

Όταν το κεντρομερίδιο βρίσκεται περίπου στο μέσον του χρωμοσώματος, το χρωμόσωμα αυτό ονομάζεται μετακεντρικό (π.χ. στον άνθρωπο το χρωμόσωμα 1). Όταν το κεντρομερίδιο βρίσκεται κοντά στο άκρο, το χρω-

μόσωμα ονομάζεται ακροκεντρικό (π.χ. το χρωμόσωμα 13). Τέλος, όταν το κεντρομερίδιο βρίσκεται σε ενδιάμεση θέση, το χρωμόσωμα λέγεται υπομετακεντρικό (π.χ. το χρωμόσωμα 4).

Μετακεντρικό **Υπομετακεντρικό** **Αποκεντρικό**

Μικρός βραχίονας

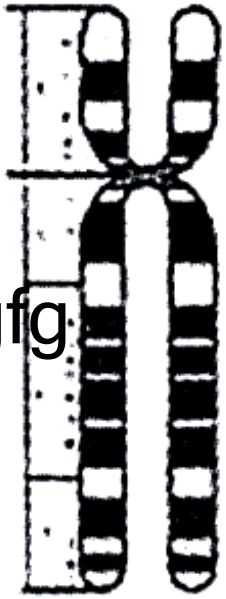
p

Μεγάλος βραχίονας

q



1



gfg

4

Δορυφορικό DNA



13 **14**

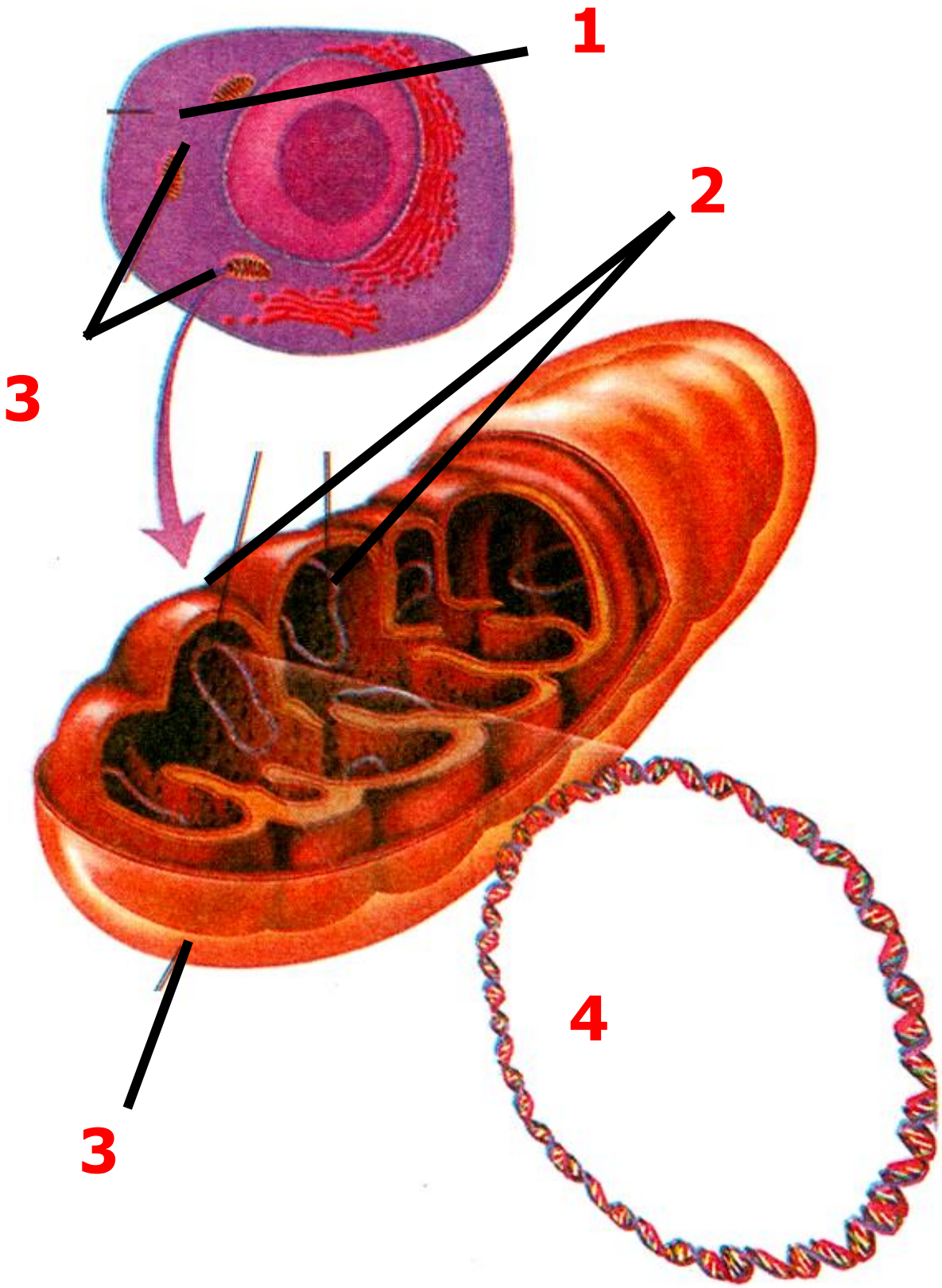
Εικόνες
Βοηθούν στην κατανόηση του κειμένου.



Εικόνα 1. 9 Ένα μιτοχόνδριο περιέχει πολλά μόρια κυκλικού DNA

1. **Κύτταρο**
2. **Μιτοχονδριακό DNA**
3. **Μιτοχόνδριο**
4. **DNA**

Εικόνα 1. 9



Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν το δικό τους γενετικό υλικό

Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν DNA. Το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους, δηλαδή σχετικά με την οξειδωτική φωσφορυλίωση και τη φωτοσύνθεση αντίστοιχα, και κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες, που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών, κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι τα οργανίδια αυτά δεν είναι ανεξάρτητα από τον πυρήνα του κυττάρου και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως **ημιαυτόνομα.**

Το μιτοχονδριακό DNA στους περισσότερους οργανισμούς είναι κυκλικό μόριο. Κάθε μιτοχόνδριο περιέχει δύο έως δέκα αντίγραφα του κυκλικού μορίου DNA (Εικόνα 1. 9). Σε ορισμένα όμως κατώτερα πρωτόζωα είναι γραμμικό. Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.

Ταξίδι στο χρόνο

Αναφέρονται ημερομηνίες σταθμοί για την εξέλιξη της επιστήμης της Βιολογίας.



Ταξίδι στο χρόνο

Το 1952 οι Hsu και Pomerat χρησιμοποίησαν υποτονικό διάλυμα και το αλκαλοειδές κολχικίνη, που σταματά τη διαίρεση στη μετάφαση, για την ανάλυση των χρωμοσωμάτων.

Το 1960 οι Nowel, Moorehead και Hungerford επιτυγχάνουν να καλλιεργήσουν λεμφοκύτταρα με χρήση φυτοαιμαγλουτινίνης στο εργαστήριο.

Το 1960 πραγματοποιείται στο Denver διάσκεψη και καθορίζεται το σύστημα ονοματολογίας των ανθρώπινων μεταφασικών χρωμοσωμάτων.

Το 1970 ο Caspersson, χρησιμοποιώντας τη χρωστική κινακρίνη,

επιτυγχάνει τη δημιουργία ζωνών στα χρωμοσώματα (ζώνες-Q).

Το 1971 στη διάσκεψη που πραγματοποιήθηκε στο Παρίσι καθορίζεται το πρότυπο των ζωνών των ανθρώπινων μεταφασικών χρωμοσωμάτων.

Ένθετα

Δίνουν πρόσθετες ενδιαφέρουσες πληροφορίες σε θέματα σχετικά με την ύλη.

Prions

Βρίσκονται στον αντίποδα των ιοειδών, γιατί είναι «μολυσματικά» σωματίδια που πιστεύεται ότι αποτελούνται μόνο από πρωτεΐνες. Είναι υπεύθυνα για ένα σύνολο ασθενειών, σε διάφορους οργανισμούς,

που ονομάζονται σπογγώδεις εγκεφαλοπάθειες, όπως η ασθένεια των τρελών αγελάδων στα βοοειδή και το σύνδρομο Creutzfeldt-Jacobs στον άνθρωπο. Πιστεύεται ότι το prion όταν μπαίνει στα κύτταρα του εγκεφάλου, τροποποιεί τις πρωτεΐνες του ξενιστή. Αυτό προκαλεί την ασθένεια. Πιστεύεται ότι τα «prions» είναι μεταλλαγμένες μορφές μιας φυσιολογικής πρωτεΐνης του οργανισμού που βρίσκεται στον εγκέφαλο και άλλα όργανα, και της οποίας ο ρόλος δεν είναι γνωστός. Η μετάλλαξη που συμβαίνει τυχαία στο γονίδιο που την κωδικοποιεί, τροποποιεί την παραγόμενη πρωτεΐνη με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην καταστρέφεται σε υψηλές θερμοκρασίες και να μην πέπτεται από πρωτεολυτικά ένζυμα. Η τροποποιημένη πρωτεΐνη καταλύει τη μετα-

τροπή των φυσιολογικών πρωτεϊνών, αλλάζοντας τη δομή τους, σε μη φυσιολογικές. Η αυξημένη συγκέντρωση μη φυσιολογικών πρωτεϊνών προκαλεί βλάβη στα κύτταρα του εγκεφάλου. Όταν ένα ασθενές ζώο χρησιμοποιηθεί ως τροφή από άλλο ζώο, οι μη φυσιολογικές πρωτεΐνες του επάγουν την τροποποίηση των φυσιολογικών πρωτεϊνών του οργανισμού από τον οποίο καταναλώθηκε. Έτσι ο οργανισμός προσβάλλεται από την ασθένεια.



Περίληψη

Συνοψίζει το κάθε κεφάλαιο.



Περίληψη

Οι ιοί αποτελούνται από DNA ή RNA, που περιβάλλεται από ένα πρωτεϊνικό καψίδιο. Είναι ενδοκυτταρικά παράσιτα, αναπαράγονται μέσα σε κύτταρα-ξενιστές και χρησιμοποιούν τα ένζυμα των ξενιστών, για να αναπαραχθούν. Οι βακτηριοφάγοι είναι ιοί που μολύνουν μόνο βακτήρια και αναπαράγονται μέσω του λυτικού ή του λυ-

σιγονικού κύκλου. Οι ιοί των ζώων διακρίνονται σε DNA και RNA ιούς, ανάλογα με το είδος του γενετικού υλικού τους, που περιβάλλεται από ένα πρωτεϊνικό καψίδιο και εξωτερικά από ένα μεμβρανώδη φάκελο. Στους ιούς που προσβάλλουν τα ζώα και τον άνθρωπο ανήκουν ο ιός της πολιομυελίτιδας, ο ιός της γρίπης, ο ιός της ηπατίτιδας, ο ιός του AIDS, καθώς και ιοί που προκαλούν καρκίνο. Οι περισσότεροι ιοί των φυτών είναι RNA ιοί και προσβάλλουν τα φυτά μέσω κυρίως των εντόμων. Τα ιοειδή είναι μικρά γυμνά μόρια RNA με μεγάλη μολυσματική ικανότητα.

Ερωτήσεις

Διαφόρων τύπων ερωτήσεις που βοηθούν στην κατανόηση της ύλης.



Ερωτήσεις

1. Ποια συστατικά χρειάζονται για να παραχθεί ανθρώπινη ινσουλίνη από κύτταρα E. coli;
2. Σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο παράγεται ινσουλίνη:

α. Σε ποια θέση στο κύτταρο γίνονται η μεταγραφή και η μετάφραση;
β. Στη Γενετική Μηχανική η ινσουλίνη παράγεται από mRNA και όχι από DNA. Γιατί;
3. Παρότι ο ποντικός και ο αρουραίος δεν είναι κτηνοτροφικής σημασίας ζώα, καταναλώνονται υπέρογκα ποσά για τη χαρτογράφηση του γονιδιώματός τους. Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει κάτι τέτοιο;
4. Αναφέρετε τα πλεονεκτήματα παραγωγής ανθρώπινης αυξητικής ορμόνης με μεθόδους Γενετικής Μηχανικής σε σχέση με την εξαγωγή της από πτώματα.
5. Η ινσουλίνη ήταν η πρώτη πρωτεΐνη που παρήχθη με μεθόδους Γενετικής Μηχανικής. Για ποιο λόγο νομίζετε ότι παρήχθη η ορμόνη αυτή;
6. Τι είναι τα εμβόλια-υπομονάδες;

Εργασίες - Δραστηριότητες

Προτείνουν θέματα για ατομικές ή όμαδικές εργασίες και δραστηριό-τητες.



Εργασίες - Δραστηριότητες

1. Στον άνθρωπο η γραμμή τριχο-φυΐας, η ύπαρξη ή όχι φακίδων στο πρόσωπο και οι προσκολλημένοι ή ελεύθεροι λοβοί αυτιών κληρονο-μούνται ως μονογονιδιακοί χαρα-κτήρες. Μελετήστε τουλάχιστον έ-

ναν από αυτούς σε όσο το δυνατόν περισσότερα από τα μέλη της οικογένειάς σας. Με βάση τα στοιχεία που συγκεντρώσατε κατάσκευάστε το γενεαλογικό δενδρο για το χαρακτήρα αυτόν. Προσπαθήστε να βγάλετε συμπεράσματα μέσα από το γενεαλογικό δένδρο για τον τρόπο κληρονόμησης των γονιδίων που καθορίζουν τους παραπάνω χαρακτήρες.

2. Στο ακόλουθο πείραμα θα χρησιμοποιήσετε δύο κουτιά με χάντρες. Κάθε κουτί θα αναπαριστά έναν από τους δύο γονείς. Οι χάντρες στο κουτί αντιπροσωπεύουν τους γαμέτες που παράγουν. Το χρώμα της κάθε χάντρας αντιπροσωπεύει το είδος του γαμέτη. Για παράδειγμα, μία κόκκινη χάντρα μπορεί να αντιπροσωπεύει τον γαμέτη με γονότυπο Α, για σκούρο χρώμα μαλλιών

και μία με κίτρινο χρώμα το γαμέτη με γονότυπο α, για ανοικτό χρώμα μαλλιών.
Τοποθετήστε 100 κόκκινες χάντρες στο πρώτο κουτί. Αυτές αντιπροσωπεύουν τους γαμέτες ατόμου που είναι ομόζυγο ΑΑ.
Τοποθετήστε 50 κόκκινες χάντρες και 50 κίτρινες χάντρες στο δεύτερο κουτί. Αυτές αντιπροσωπεύουν τους γαμέτες ατόμου που είναι ετερόζυγο Αα.
Δίχως να βλέπετε τις χάντρες διαλέξτε μία χάντρα από το πρώτο και μία από το δεύτερο κουτί. Σημειώστε το γονότυπο του ατόμου που προκύπτει από το συνδυασμό τους. Τοποθετήστε τις χάντρες πίσω στα κουτιά. Επαναλάβατε εκατό φορές.

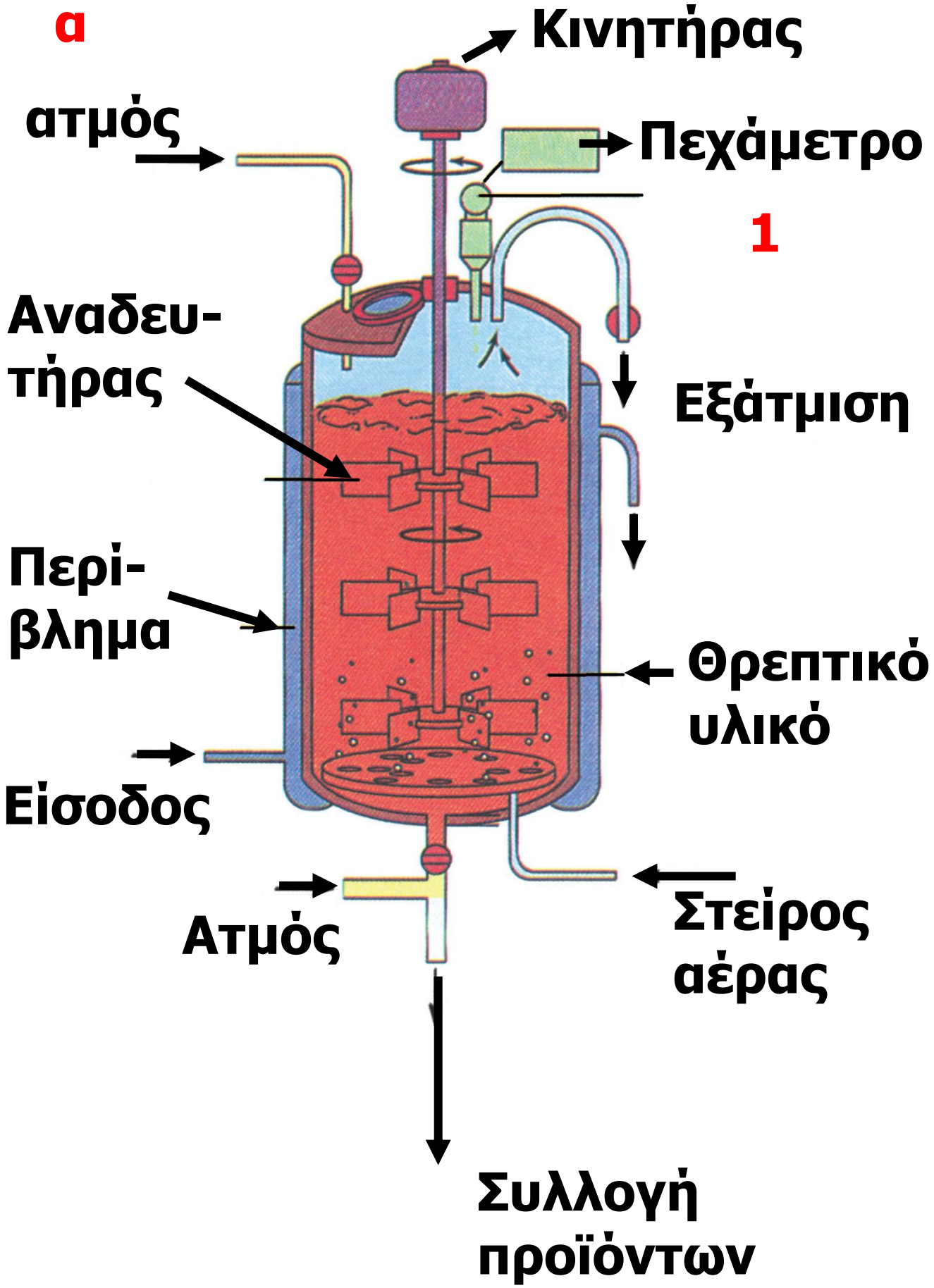
Δοκιμάστε χρησιμοποιώντας διαφορετικούς γονότυπους όπως Αα και Αα.
Καταγράψτε τα είδη και την αναλογία των γονότυπων που παρήχθησαν κατά τη διασταύρωση. Τι αναλογίες αναμένατε από τη διασταύρωση; Εξηγήστε την απάντησή σας.
Γιατί χρειάζεται να μην βλέπουμε το χρώμα όταν διαλέγουμε τις χάντρες;
Γιατί χρειάζεται να επανατοποθετούμε τις χάντρες στα κουτιά;

Εικόνες

Σχήματα και εικόνες βοηθούν στην κατανόηση του κειμένου.



α


Κινητήρας
ατμός
Πεχάμετρο
1
Αναδευ-
τήρας
Εξάτμιση
Περί-
βλημα
Θρεπτικό
υλικό
Είσοδος
Ατμός
Στείρος
αέρας
Συλλογή
προϊόντων

Εικόνα 7. 3α Διαγραμματική απεικόνιση βιοαντιδραστήρα, όπου φαίνονται τα διάφορα τμήματά του, καθώς και οι συσκευές ελέγχου των συνθηκών ζύμωσης

1. Αποθήκη και αντλία οξέος - βάσης για τη ρύθμιση του pH

Εικόνα 7. 3β Φωτογραφία βιοαντιδραστήρα.


β

Η βιοτεχνολογία με αριθμούς

Για μια εξοικείωση με τις «διαστάσεις» στη Βιολογία.



Η Βιοτεχνολογία με αριθμούς

Καλλιέργεια Escherichia coli σε υγρό θρεπτικό υλικό για 12 ώρες στους 37°C παράγει περίπου 109 βακτήρια ανά ml καλλιέργειας.

Οι μικροοργανισμοί μπορούν να καλλιεργηθούν με διαφορετικούς τρόπους

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ζυμώσεων, οι οποίοι μπορούν να εφαρ-

μοστούν ανάλογα με το επιθυμητό προϊόν. Δύο ευρέως χρησιμοποιούμενοι τύποι είναι η κλειστή και η συνεχής καλλιέργεια.

Κλειστή καλλιέργεια: Σ' αυτό τον τύπο ζύμωσης τοποθετείται στο βιοαντιδραστήρα ορισμένη ποσότητα αποστειρωμένου θρεπτικού υλικού, η οποία εμβολιάζεται με αρχική καλλιέργεια μικροοργανισμών. Η καλλιέργεια συνεχίζεται μέχρι την παραγωγή του επιθυμητού προϊόντος. Στην κλειστή καλλιέργεια οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η λανθάνουσα, η εκθετική, η στατική και η φάση θανάτου (Εικόνα 7. 4).
Κατά τη **λανθάνουσα φάση** ο πληθυσμός των μικροοργανισμών που προέρχεται από την αρχική καλλιέργεια παραμένει σχεδόν στα-

θερός. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μικροοργανισμοί χρειάζονται κάποιο χρονικό διάστημα για να προσαρμοστούν στις καινούργιες συνθήκες και να αρχίσουν να αναπτύσσονται. Στη συνέχεια, οι μικροοργανισμοί διαιρούνται με ταχύ ρυθμό, επειδή η καλλιέργεια πραγματοποιείται κάτω από άριστες συνθήκες θερμοκρασίας, pH, συγκέντρωσης O_2 και στο υλικό καλλιέργειας υπάρχουν άφθονα θρεπτικά συστατικά. Αυτή η φάση ανάπτυξης ονομάζεται εκθετική, επειδή ο αριθμός των μικροοργανισμών αυξάνεται εκθετικά. Ακολουθεί η στατική φάση.

Η Βιολογία όπως όλες οι θετικές επιστήμες χρησιμοποιεί την επιστημονική μέθοδο

Το βιβλίο αυτό αναφέρεται στην επιστήμη της Βιολογίας. Η Βιολογία μελετά τις ιδιότητες των έμβιων όντων και τις αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον. Η επιστήμη, γενικότερα, είναι ένας τρόπος σκέψης και μια μέθοδος συστηματικής εξερεύνησης του κόσμου που μας περιβάλλει. Ο επιστημονικός τρόπος σκέψης είναι δημιουργικός και δυναμικός, αλλάζει με την πάροδο του χρόνου και επηρεάζεται από τα κοινωνικά και ιστορικά δεδομένα κάθε εποχής. Οι παρατηρήσεις που γίνονται, το σύνολο των ερωτήσεων που τίθενται και ο σχεδιασμός των πειραμάτων εξαρτώνται και από τη δημιουργικότητα του επιστήμονα. Η

επιστημονική μέθοδος περιλαμβάνει μια σειρά ιεραρχημένων βημάτων και είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται από όλους τους επιστήμονες.

Οι ερευνητές χρησιμοποιώντας την επιστημονική μέθοδο κάνουν προσεκτικές παρατηρήσεις, προσδιορίζουν το πρόβλημα και διατυπώνουν το ερώτημα, αναπτύσσουν υποθέσεις που μπορούν να ελεγχθούν ύστερα από τη συλλογή των δεδομένων, και σχεδιάζουν τα κατάλληλα πειράματα, για να πραγματοποιήσουν αυτό τον έλεγχο. Μελετούν και ερμηνεύουν τα αποτελέσματα που προκύπτουν, ακόμη και αν αυτά δεν υποστηρίζουν την αρχική υπόθεση, επειδή μπορεί να είναι αξιόλογα και να τους οδηγήσουν σε νέες υποθέσεις. Αν τα α-

ποτελέσματα υποστηρίζουν την αρχική υπόθεση, χρησιμοποιούνται για τη γενίκευση παρόμοιων περιπτώσεων και οδηγούν στη διατύπωση αρχικά θεωρίας και στη συνέχεια νόμου. Συνοπτικά τα βήματα που ακολουθούνται για να διατυπωθεί ένας νόμος στη Βιολογία είναι τα εξής:

• Παρατήρηση με βάση την προϋπάρχουσα γνώση και εμπειρία.

• Προσδιορισμός του εκάστοτε προβλήματος και διατύπωση συγκεκριμένου ερωτήματος.

• Συλλογή και αξιολόγηση των προϋπάρχοντων επιστημονικών δεδομένων που προσεγγίζουν το ερώτημα.

• Διατύπωση συγκεκριμένης υπόθεσης.

• Πειραματισμός για τον έλεγχο αυτής της υπόθεσης.

• Ανάλυση των δεδομένων.
• Ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
• Διατύπωση θεωρίας και υποβολή της στην επιστημονική κοινότητα για περαιτέρω έλεγχο, κριτική και επιβεβαίωση.
• Διατύπωση συγκεκριμένου νόμου.

Η τύχη ευνοεί τον προετοιμασμένο νου

Οι σημαντικές ανακαλύψεις γίνονται συνήθως από εκείνους που παρατηρούν με κριτικό μάτι τη φύση. Ορισμένες φορές, ευκαιρίες και τύχη παίζουν ρόλο στην αναγνώριση και τον προσδιορισμό ενός προβλήματος. Το 1928 ο Βρετανός βακτηριολόγος Alexander Fleming παρατήρησε ότι μια από τις καλλιέργειες βακτηρίων που μελετούσε είχε μολυνθεί με έναν μπλε μύκητα.

Ήταν έτοιμος να την πετάξει, όταν παρατήρησε ότι γύρω από το μύκητα υπήρχε μια περιοχή στην οποία δεν αναπτύσσονταν καλά τα βακτήρια. Τα βακτήρια που μελετούσε ήταν ένα είδος σταφυλόκοκκου, που προκαλεί δερματικές παθήσεις στον άνθρωπο. Οτιδήποτε μπορούσε να περιορίσει την ανάπτυξη των βακτηρίων παρουσίαζε μεγάλο ενδιαφέρον! Ο Alexander Fleming απομόνωσε το μύκητα, που ανήκε σε ένα είδος του γένους Penicillium. Αργότερα ανακαλύφτηκε ότι ο μύκητας αυτός παρήγαγε μια ουσία, που καθυστερούσε την αναπαραγωγή των βακτηρίων, αλλά ήταν αβλαβής για τον άνθρωπο και για τα ζώα. Η ουσία αυτή ήταν η πενικιλίνη, το πρώτο αντιβιοτικό. Είναι πιθανό παρόμοιες μολύνσεις να είχαν εμφανιστεί, πριν παρατη-

ρηθούν από τον Alexander Fleming, και σε καλλιέργειες βακτηρίων άλλων ερευνητών, οι οποίοι όμως δεν μπόρεσαν να αξιολογήσουν τη σημασία τους και απλώς πέταξαν τις μολυσμένες καλλιέργειες. Ο Alexander Fleming επωφελήθηκε από την τύχη, αλλά και το μυαλό του ήταν προετοιμασμένο να κάνει παρατηρήσεις και να εξάγει συμπεράσματα. Απέμεινε εν τούτοις σε άλλους επιστήμονες να αναπτύξουν τις πρακτικές εφαρμογές της ανακάλυψής του. Μολονότι ο Alexander Fleming αναγνώρισε το πιθανό πρακτικό πλεονέκτημα του Penicillium και της ουσίας που παρήγαγε, δεν το προώθησε δυναμικά, και πέρασαν περισσότερα από δέκα χρόνια μέχρι να τεθεί το αντιβιοτικό πενικιλίνη σε ευρεία κυκλοφορία.

Η Βιολογία στον 21ο αιώνα

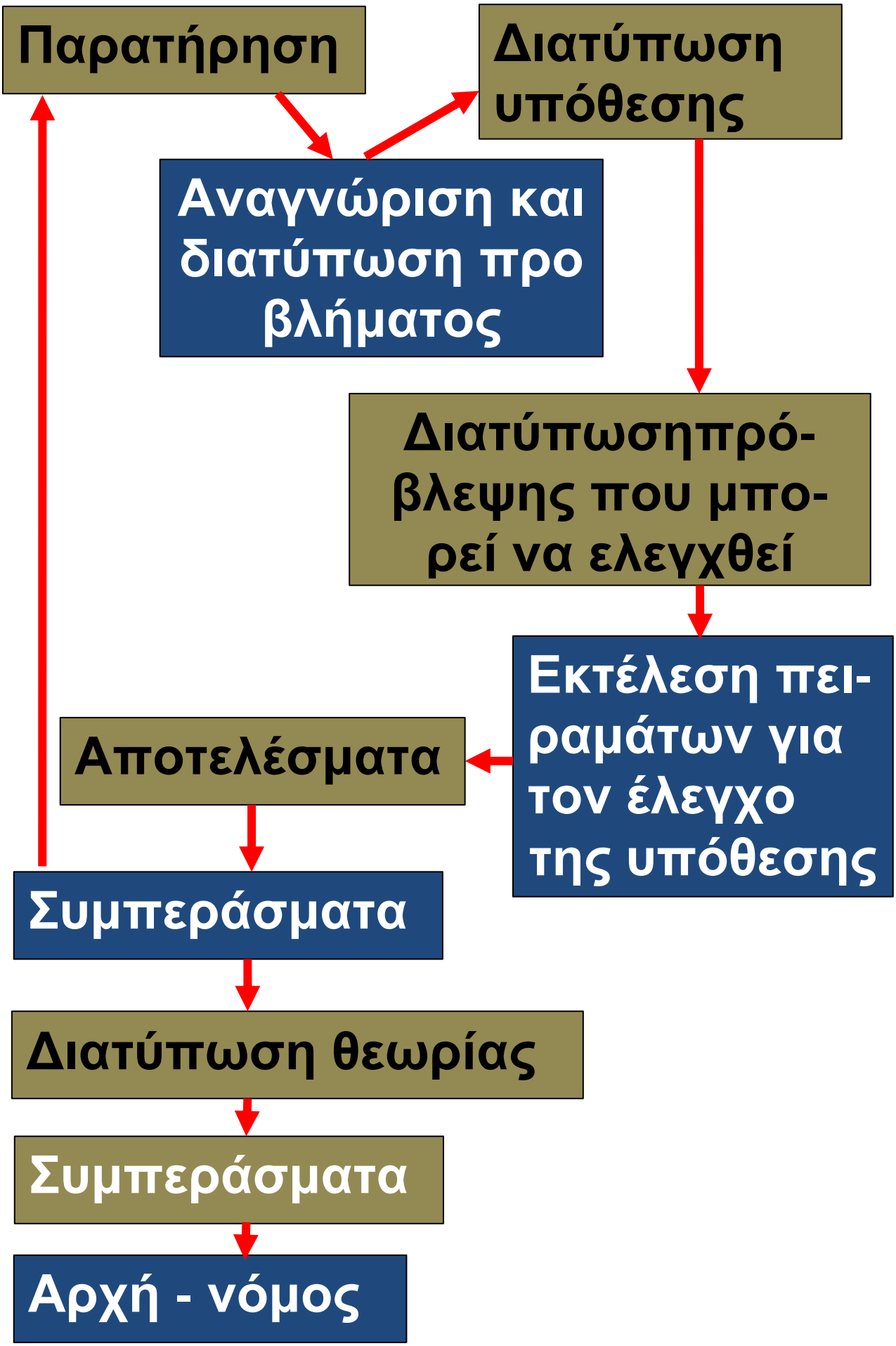
Η πρόοδος της επιστημονικής γνώσης επιτρέπει να έχουμε σήμερα μια ιδιαίτερα καθαρή εικόνα σε ό,τι αφορά τους μηχανισμούς που διέπουν τους ζωντανούς οργανισμούς. Πολλοί μηχανισμοί είναι κοινοί για τους μικροοργανισμούς, για τα φυτά και τα ζώα, ενώ άλλοι χαρακτηρίζουν επί μέρους ομάδες. Οι διάφοροι τομείς της Βιολογίας επιχειρούν τη λεπτομερή ανάλυση αυτών των μηχανισμών σε διάφορα επίπεδα, ξεκινώντας από το μοριακό επίπεδο ενός κυττάρου και προχωρώντας στον πλήρη χαρακτηρισμό ολόκληρου του οργανισμού. Για παράδειγμα, η Βιοχημεία ασχολείται με τα χημικά μόρια που αποτελούν το κύτταρο, ενώ η Βιολογία Κυττάρου με τα οργανίδια του κύτ-

ταρου. Οι διάφοροι τομείς της Βιολογίας «επικοινωνούν» μεταξύ τους με στόχο τη βαθύτερη ανάλυση των μηχανισμών της ζωής. Με την ανάπτυξη της Μοριακής Βιολογίας, πριν από μισό περίπου αιώνα, γίνεται φανερό ότι το γενετικό υλικό, το DNA, αντιπροσωπεύει την «καρδιά του ζωντανού οργανισμού». Το 1953 μια ομάδα επιστημόνων, η Rosalind Franklin, ο Maurice Wilkins, ο James Watson, ο Francis Crick και άλλοι, αρχίζει να γράφει με τα πειράματά της τη σύγχρονη ιστορία της Βιολογίας, δημοσιεύοντας το μοντέλο της διπλής έλικας του DNA. Δύο δεκαετίες αργότερα η Βιολογία περνά σταδιακά από την αναλυτική φάση της στη συνθετική. Δεν περιγράφει απλώς τις διαδικασίες της ζωής, αλλά έχει τη δυνατότητα να παρεμβαίνει σ’

αυτές. Έτσι ακολουθώντας το παράδειγμα της Φυσικής και της Χημείας, αρχίζει να συμμετέχει άμεσα στην παραγωγή κοινωνικών αγαθών. Το 1973 έκανε επίσημα την εμφάνισή της η τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA,προκαλώντας διάφορες θετικές και αρνητικές αντιδράσεις στην επιστημονική κοινότητα αλλά και στην κοινή γνώμη. Η τεχνολογία αυτή οδήγησε τη Βιοτεχνολογία σε τέτοια ανάπτυξη, ώστε να θεωρείται ότι ο 21ος αιώνας θα είναι ο αιώνας της Βιοτεχνολογίας. Η ανάπτυξή της έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές εξελίξεις στο χώρο της Βιολογίας με απρόβλεπτα ίσως αποτελέσματα. Οι κοινωνικές επιπτώσεις της μεθοδολογίας της συνεχίζουν να οδηγούν σε αφορισμούς, ενθουσιασμούς και γενικεύσεις, που κάθε άλλο παρά απεικο-

νίζουν την πραγματικότητα. Εκείνο που πραγματικά συμβαίνει είναι ότι η βιολογική έρευνα μεταβάλλεται σε μια νέα δύναμη παραγωγής γνώσης και αγαθών, και ακόμα ότι μικραίνει ολοένα η χρονική απόσταση ανάμεσα στην επιστημονική ανακάλυψη και στη βιομηχανική εφαρμογή της. Εδώ επιβάλλεται να αναφερθεί ότι θα ήταν αδύνατο η Βιολογία να φτάσει το σημερινό σημείο προόδου της, χωρίς βοήθεια από τις επιστήμες της Χημείας, της Φυσικής και των Μαθηματικών και χωρίς το πετυχημένο πάντρεμα τεχνολογίας και επιστήμης.

Η επιστημονική μέθοδος περιλαμβάνει μια σειρά ιεραρχημένων βημάτων.


Παρατήρηση
Διατύπωση υπόθεσης
Αναγνώριση και διατύπωση προ βλήματος
Διατύπωσηπρό-βλεψης που μπο-ρεί να ελεγχθεί
Εκτέλεση πει-ραμάτων για τον έλεγχο της υπόθεσης
Αποτελέσματα
Συμπεράσματα
Διατύπωση θεωρίας
Συμπεράσματα
Αρχή - νόμος

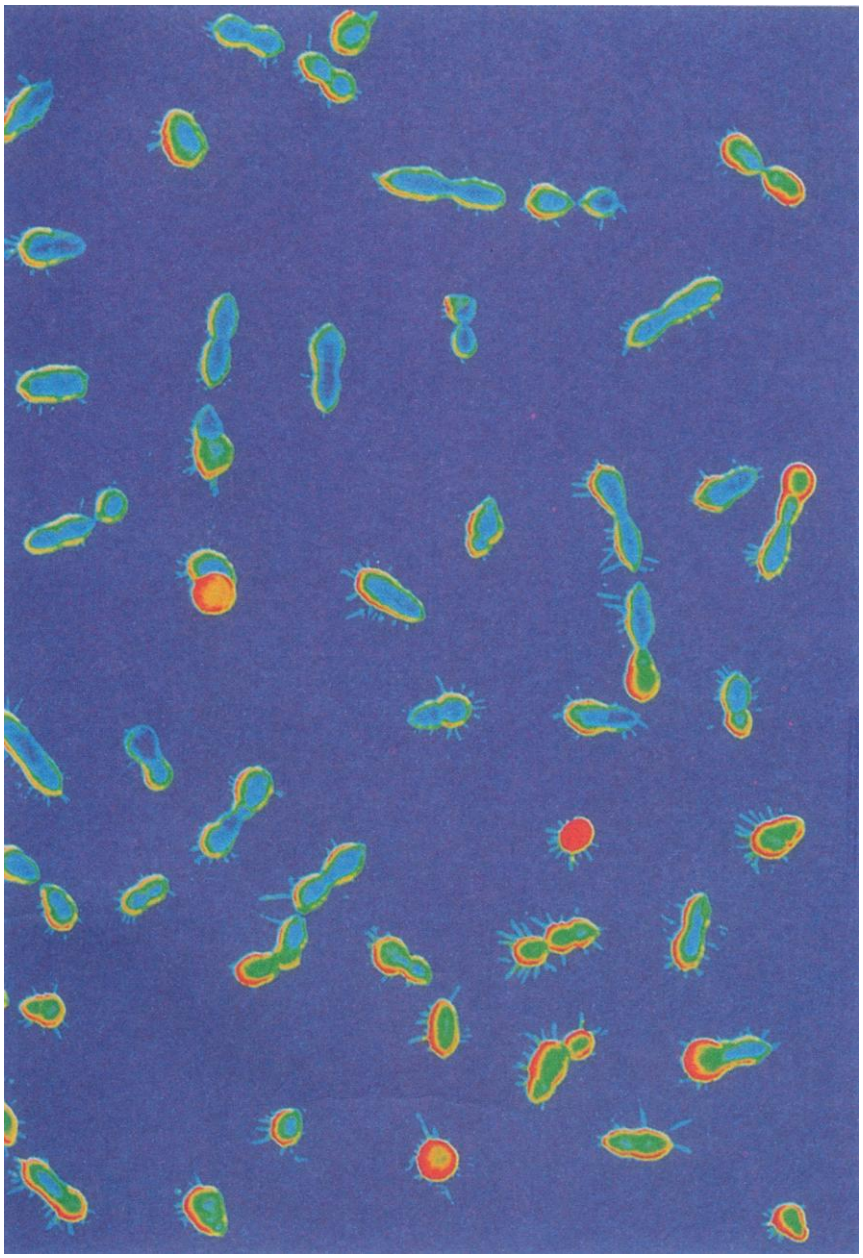
Η παρούσα έκδοση αφιερώνεται στους μαθητές και στους συναδέλφους εκπαιδευτικούς οι οποίοι, από το πρώτο έτος κυκλοφορίας του διδακτικού αυτού εγχειριδίου, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον ανταποκρίθηκαν στο κάλεσμά μας και κατέθεσαν τις απορίες, τις απόψεις, τις επισημάνσεις και τις προτάσεις τους.

Ευχαριστούμε θερμά τους συναδέλφους Αντώνιο Καστορίνη, Κωνσταντίνο Παπακωνσταντίνου, Αθανάσιο Κρεμαστό και Δημήτριο Ραδίτσα για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους.

Ιδιαίτερα ευχαριστούμε τους συναδέλφους Μαριάννα Γκούβρα, Αναστασία Καμπούρη και Ιωάννη-Ευάγγελο Μπουρμπουχάκη για την πολύτιμη συνεργασία τους και

την πολύπλευρη προσφορά τους, στην τελική διαμόρφωση της παρούσας έκδοσης.

Το γενετικό υλικό



Κεφάλαιο 1

Πνευμονιόκοκκοι (Diplococcus pneumoniae) Φωτογραφία από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης.

60 / 16

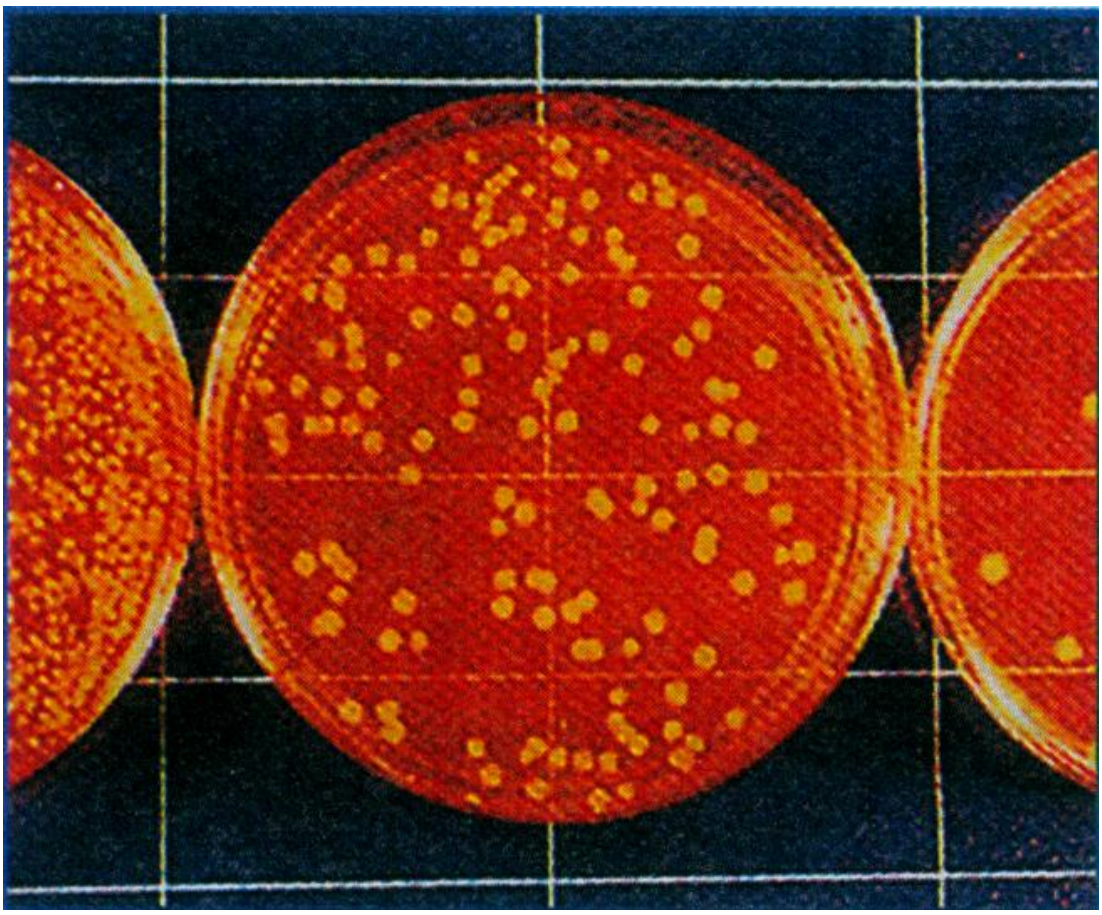
1.Το γενετικό υλικό

Το DNA είναι το γενετικό υλικό

Παρ' όλο που το DNA εντοπίστηκε στον πυρήνα των κυττάρων το 1869, έως και το 1944 δεν ήταν γνωστό ότι αποτελεί το γενετικό υλικό των οργανισμών. Οι επιστήμονες πίστευαν ότι τα μόρια που μεταφέρουν τη γενετική πληροφορία είναι οι πρωτεΐνες, που παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλομορφία, επειδή είναι αποτέλεσμα συνδυασμού είκοσι διαφορετικών αμινοξέων, ενώ το DNA είναι συνδυασμός τεσσάρων μόνο νουκλεοτιδίων! Το 1928 ο Griffith χρησιμοποίησε δύο στελέχη του βακτηρίου πνευμονιόκοκκος (Diplococcus pneumoniae), τα οποία ξεχωρίζουν

μορφολογικά, όταν καλλιεργηθούν σε θρεπτικό υλικό, λόγω της παρουσίας ή μη ενός προστατευτικού καλύμματος. Το στέλεχος που είχε κάλυμμα σχημάτιζε λείες αποικίες και ήταν παθογόνο, δηλαδή σκότωνε τα ποντίκια που μόλυνε, ενώ εκείνο που δεν είχε κάλυμμα σχημάτιζε αδρές αποικίες και δεν ήταν παθογόνο.

Μία **αποικία** είναι ένα σύνολο από μικροοργανισμούς, που έχουν προέλθει από διαδοχικές διαιρέσεις ενός κυττάρου, όταν αυτό αναπτύσσεται σε στερεό θρεπτικό υλικό. Οι αποικίες είναι ορατές με γυμνό οφθαλμό.



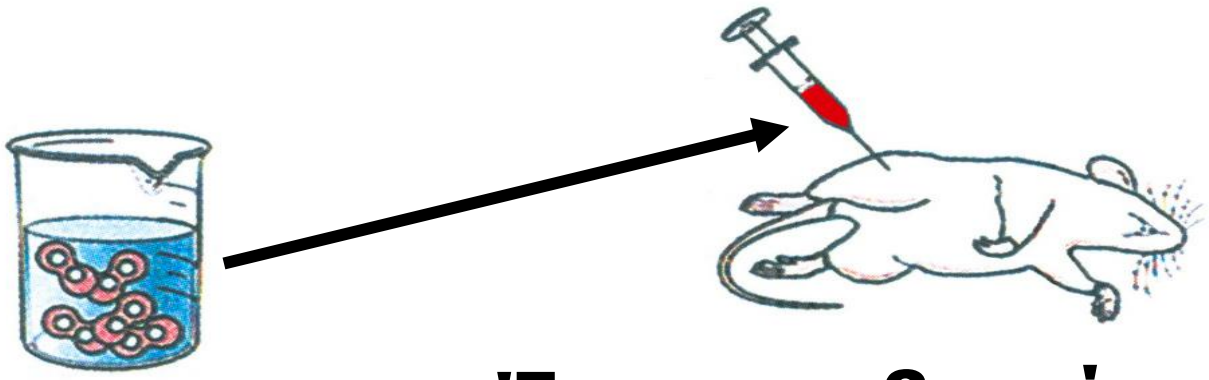
Ο Griffith χρησιμοποίησε υψηλή θερμοκρασία, για να σκοτώσει τα λεία βακτήρια και με αυτά μόλυνε ποντικούς, οι οποίοι παρέμεναν ζωντανοί. Όταν όμως ανέμειξε νεκρά λεία βακτήρια με ζωντανά αδρά και με το μείγμα μόλυνε ποντικούς, τότε αυτοί πέθαναν. Στο αίμα των νεκρών ποντικών βρέθηκαν ζωντανά λεία βακτήρια. Ο Griffith

συμπέρανε ότι μερικά αδρά βακτήρια «μετασχηματίστηκαν» σε λεία παθογόνα ύστερα από αλληλεπίδραση με τα νεκρά λεία βακτήρια, αλλά δεν μπόρεσε να δώσει ικανοποιητική απάντηση για το πώς γίνεται αυτό. (Εικόνα 1.1)

Εικόνα 1. 1 Τα πειράματα του Grifith έδειξαν ότι ένας «ειδικός παράγοντας»που υπάρχει στα παθογόνα βακτήρια μετασχηματίζει τα μη παθογόνα σε παθογόνα ακόμη και αν τα παθογόνα βακτήρια έχουν σκοτωθεί λόγω θέρμανσης.

Εικόνα 1. 1

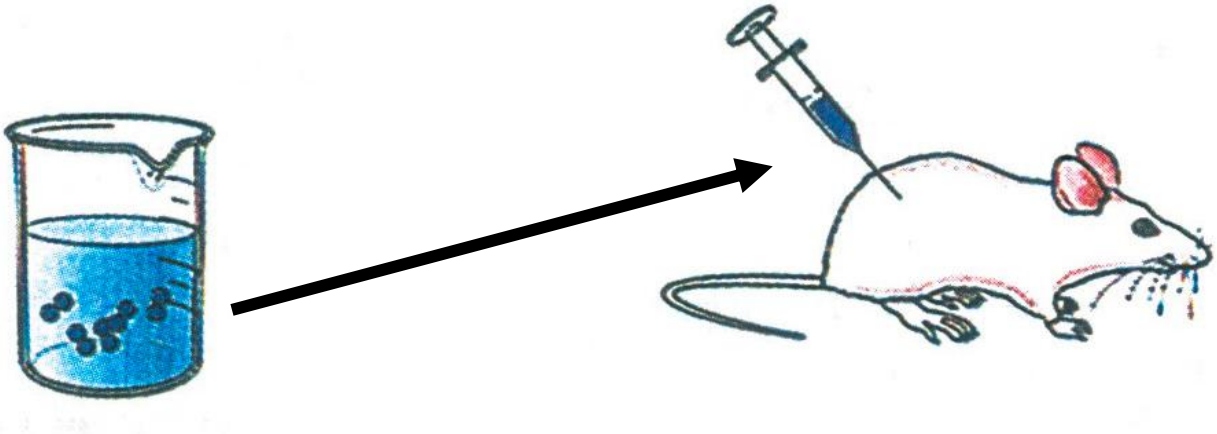
Ζωντανά λεία βακτήρια



Ένεση με βακτήρια.

Ο ποντικός θανατώνεται.

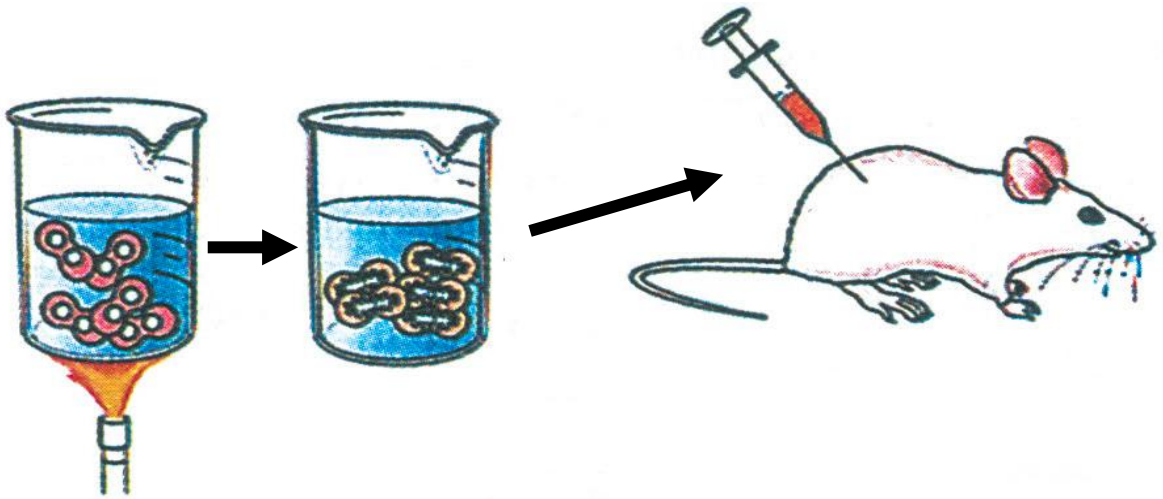
Ζωντανά αδρά βακτήρια



Ένεση με βακτηρία.

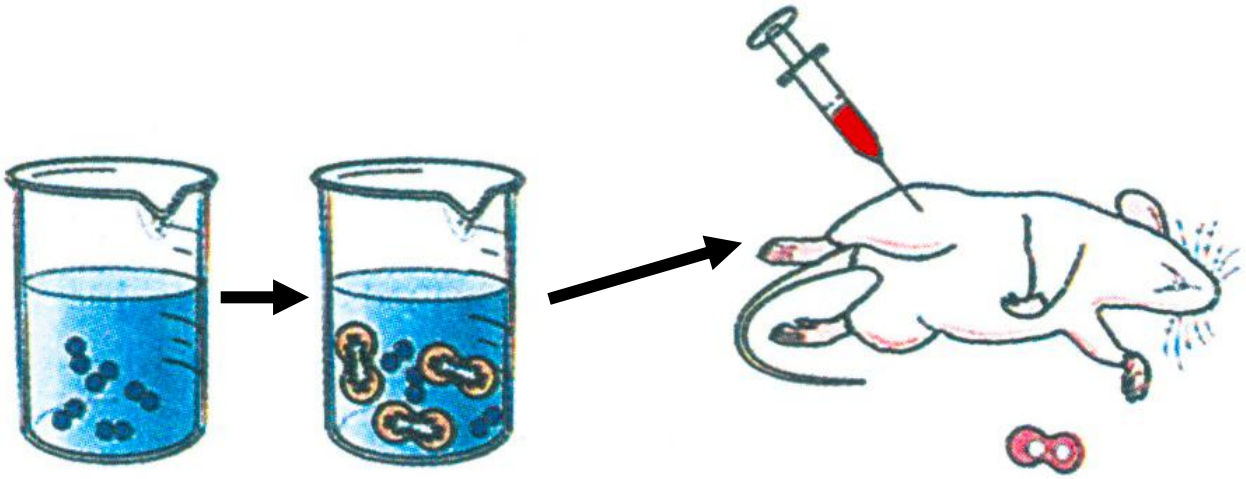
Ο ποντικός παραμένει ζωντανός.

Θέρμανση λείων βακτηρίων



Ένεση με λεία βακτήρια που έχουν θανατωθεί λόγω θέρμανσης. Ο ποντικός παραμένει ζωντανός.

Ζωντανά αδρά βακτήρια



Ένεση με μείγμα λείων βακτηρίων που έχουν θανατωθεί και ζωντανών αδρών βακτηρίων. Ο ποντικός θανατώνεται. Από τους ιστούς του ποντικού απομονώνονται ζωντανά λεία βακτήρια.

Η απάντηση δόθηκε το 1944, όταν οι Avery, Mac-Leod και McCarty επανέλαβαν τα πειράματα του Griffith in vitro. Οι ερευνητές διαχώρισαν τα συστατικά των νεκρών λείων βακτηρίων σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, RNA, DNA κτλ. και έλεγξαν ποιο από αυτά είχε την ικανότητα μετασχηματισμού. Διαπίστωσαν ότι το συστατικό που προκαλούσε το μετασχηματισμό των αδρών βακτηρίων σε λεία ήταν το DNA. Την ίδια εποχή υπήρχαν πολλά βιοχημικά δεδομένα που υποστήριζαν ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό.

- Η ποσότητα του DNA σε κάθε οργανισμό είναι σταθερή και δε μεταβάλλεται από αλλαγές στο περιβάλλον. Η ποσότητα του DNA είναι επίσης ίδια σε όλα τα είδη κυττάρων ενός οργανισμού όπως στην περί-

πτωση του ανθρώπου σε αυτά του σπλήνα, της καρδιάς, του ήπατος κτλ.

- Οι γαμέτες των ανώτερων οργανισμών, που είναι απλοειδείς, περιέχουν τη μισή ποσότητα DNA από τα σωματικά κύτταρα, που είναι διπλοειδή.
- Η ποσότητα του DNA είναι, κατά κανόνα, ανάλογη με την πολυπλοκότητα του οργανισμού. Συνήθως, όσο εξελικτικά ανώτερος είναι ο οργανισμός τόσο περισσότερο DNA περιέχει σε κάθε κύτταρό του.

Η οριστική επιβεβαίωση ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό ήλθε το 1952 με τα κλασικά πειράματα των Hershey και Chase οι οποίοι μελέτησαν τον κύκλο ζωής του βακτη-

ριοφάγου (φάγου) T_2. Οι ερευνητές ιχνηθέτησαν τους φάγους με ραδιενεργό ^{32}S, που ενσωματώνεται μόνο στις πρωτεΐνες αλλά όχι στο DNA, και με ραδιενεργό, ^{32}P που ενσωματώνεται μόνο στο DNA και όχι στις πρωτεΐνες. Στη συνέχεια με ραδιενεργούς φάγους μόλυναν βακτήρια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο το DNA των φάγων εισέρχεται στα βακτηριακά κύτταρα και είναι ικανό να «δώσει τις απαραίτητες εντολές», για να πολλαπλασιαστούν και να παραχθούν οι νέοι φάγοι.

Η έκφραση **in vivo** χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας βιολογικής διαδικασίας όταν αυτή πραγματοποιείται σε ένα ζωντανό οργανισμό.

Η έκφραση **in vitro** χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας βιολογικής διαδικασίας όταν αυτή πραγματοποιείται στο δοκιμαστικό σωλήνα.

Ένα τυπικό **in vivo** παράδειγμα είναι η απόδειξη του ημισυντηρητικού μηχανισμού της αντιγραφής του DNA. Αντίστοιχο **in vitro** παράδειγμα είναι η ανάλυση των ενζύμων της αντιγραφής του DNA.

Ιχνηθέτηση. Είναι η σήμανση χημικών μορίων με τη χρήση ραδιενεργών ισοτόπων, φθοριζουσών ουσιών, κτλ. Ένα τυπικό παράδειγμα είναι η χρήση ραδιενεργού φωσφόρου ^{32}P στα νουκλεοτίδια για την ιχνηθέτηση του DNA.

Ταξίδι στο χρόνο

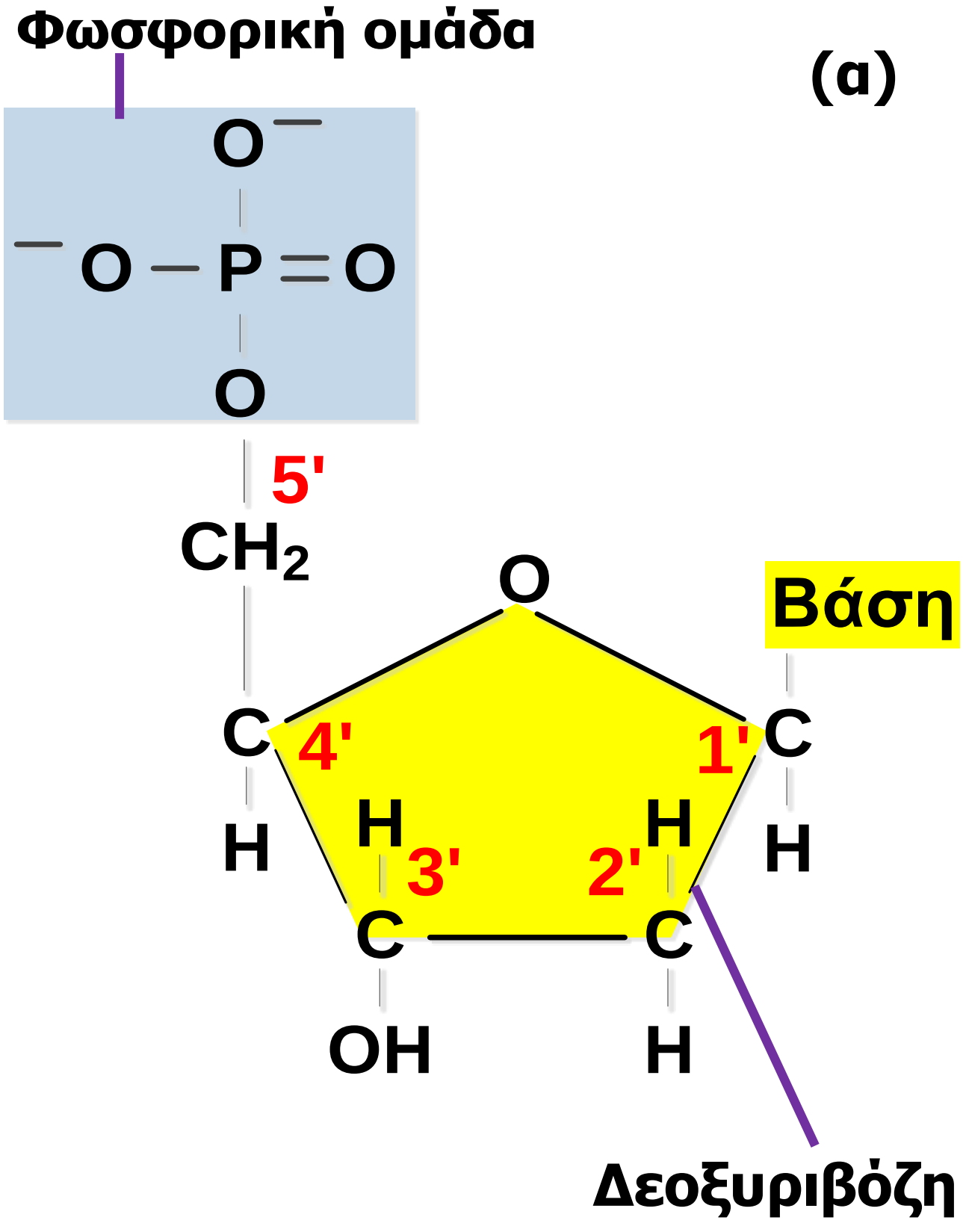
1869 Απομονώνεται DNA από τον κυτταρικό πυρήνα.
1903 Αποδεικνύεται ότι τα χρωμοσώματα είναι φορείς του κληρονομικού (γενετικού) υλικού.
1944 Αποδεικνύεται ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό.
1953 Ανακαλύπτεται η δομή της διπλής έλικας του DNA.

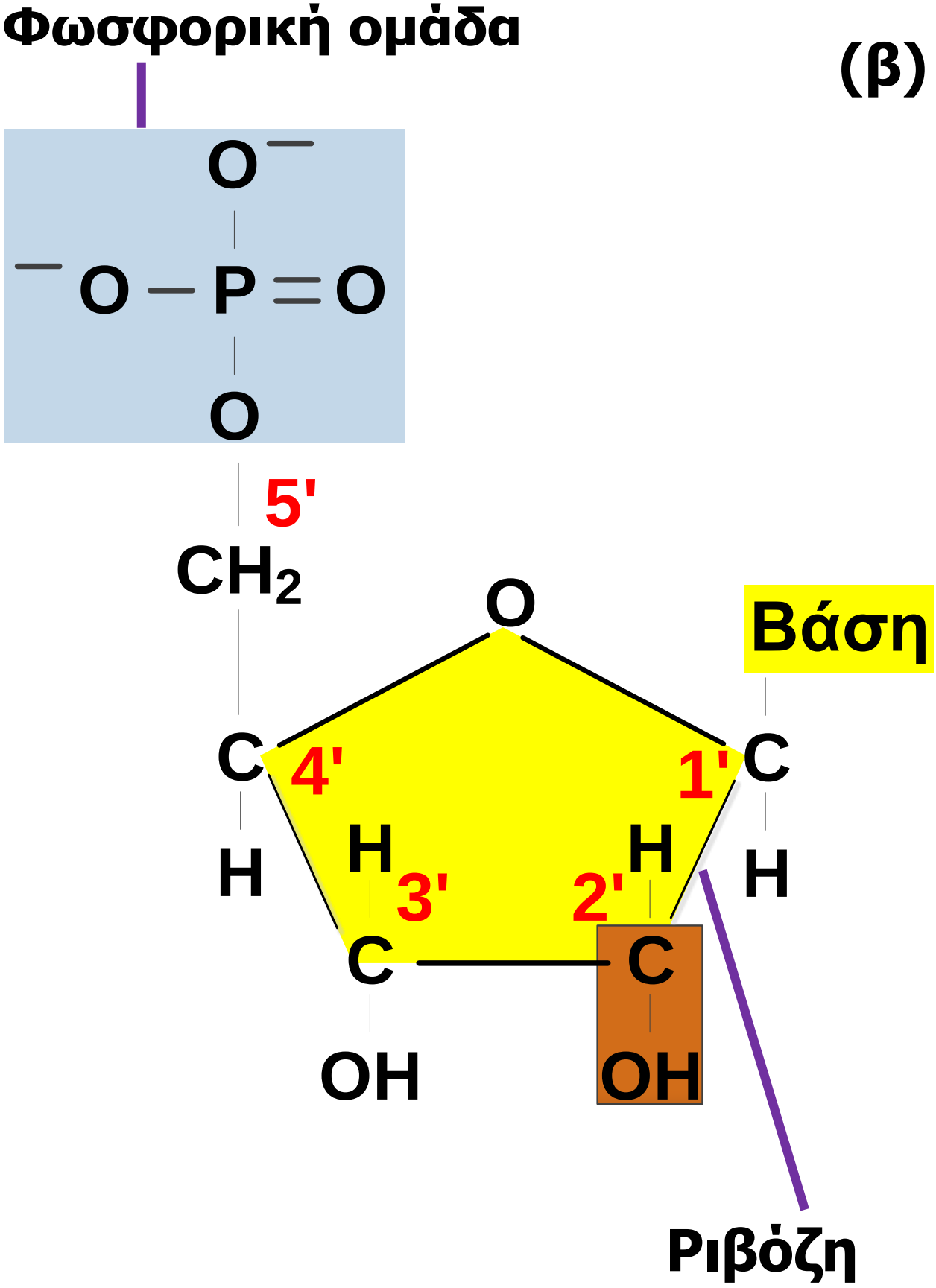
Το DNA αποτελείται από νουκλεοτίδια, που ενώνονται με φωσφοδιεστερικό δεσμό

Το DNA, όπως και το RNA, είναι ένα μακρομόριο, που αποτελείται από **νουκλεοτίδια**. Κάθε νουκλεοτίδιο του DNA αποτελείται από μία πε-

ντόζη, τη δεοξυριβόζη, ενωμένη με μία φωσφορική ομάδα και μία αζωτούχο βάση (Εικόνα 1. 2).

Εικόνα 1. 2 Νουκλεοτίδιο του DNA (α) και του RNA (β).

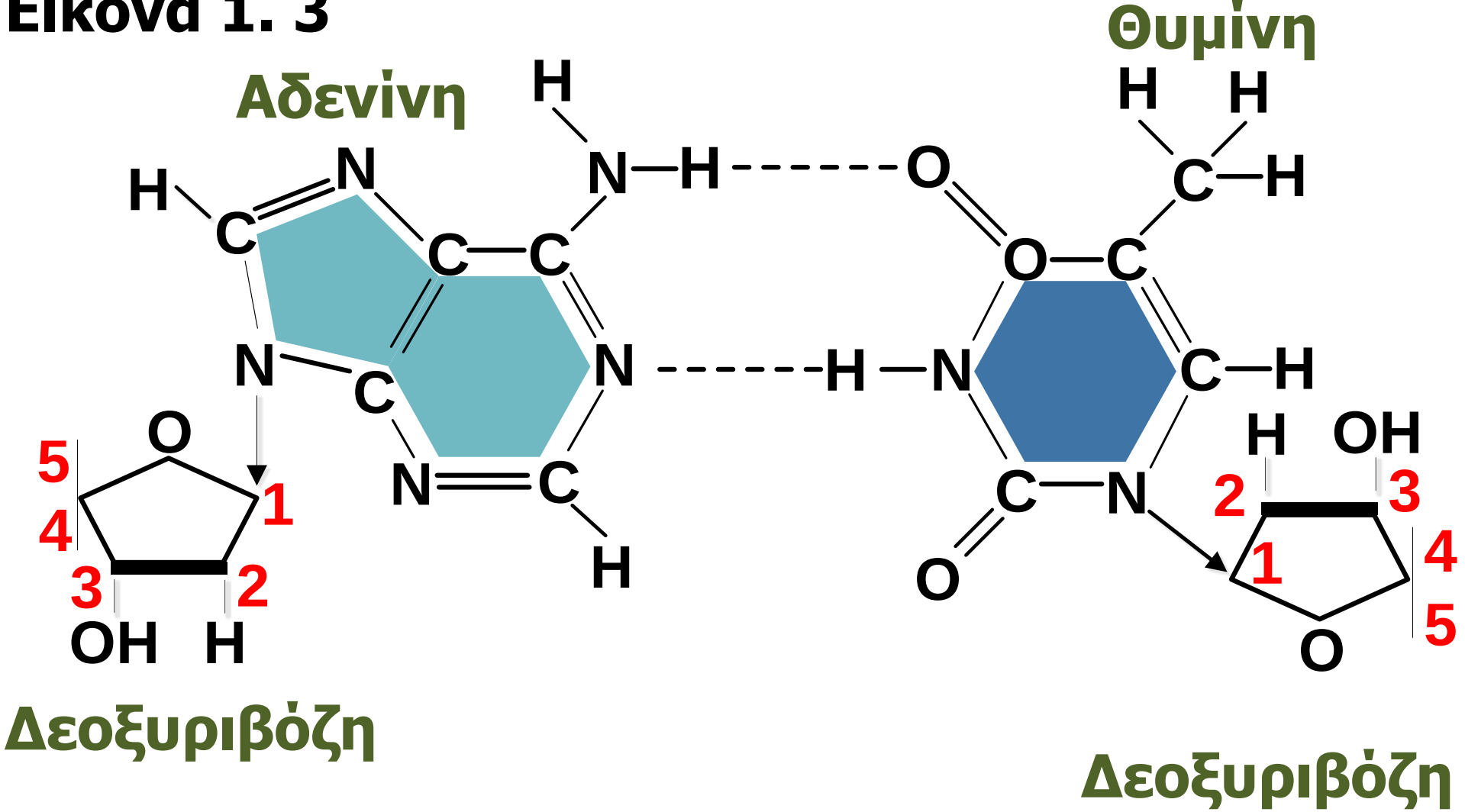



Φωσφορική ομάδα
(β)
O⁻
⁻O – P = O
O
5'
CH2
O
Βάση
C
4'
1'
C
H
H
H
3'
2'
C
C
OH
OH
Ριβόζη

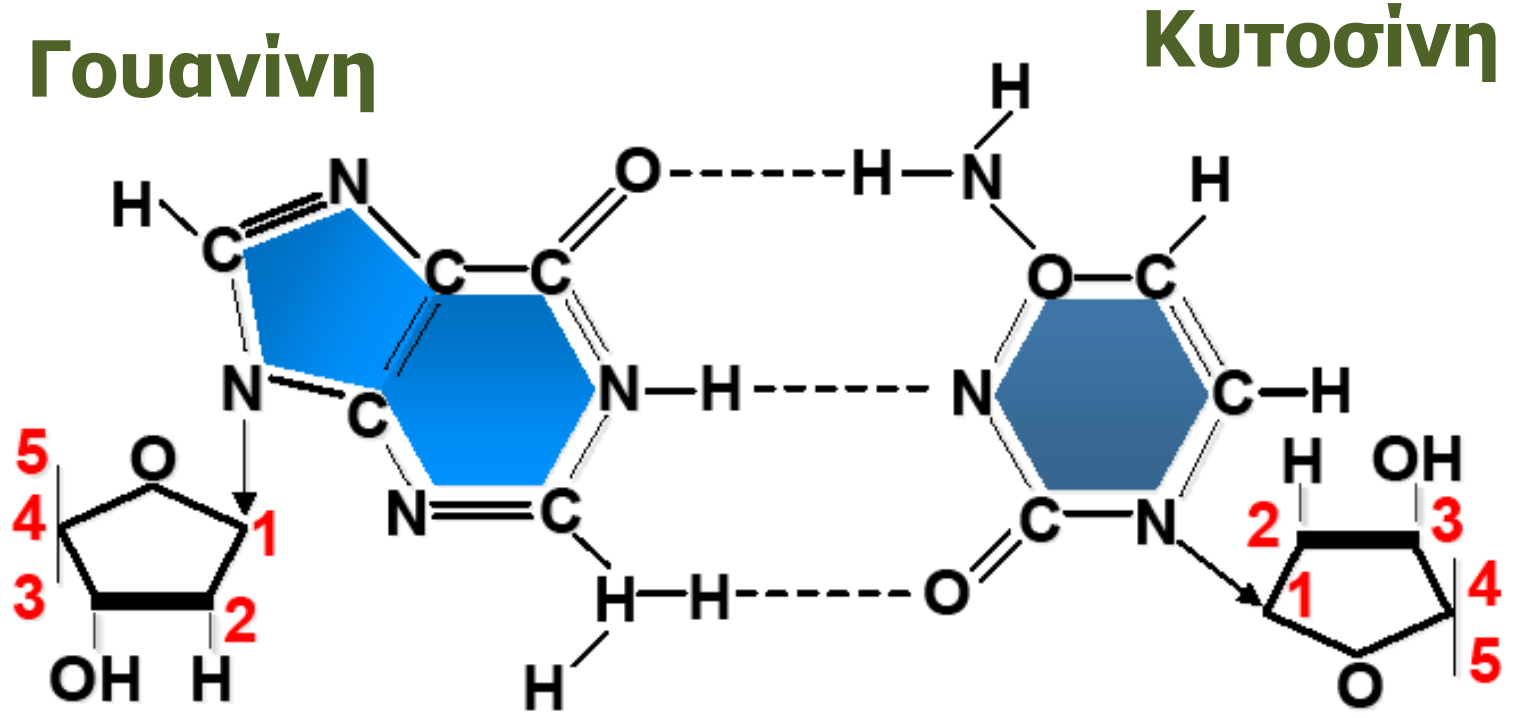
Στα νουκλεοτίδια του DNA η αζωτούχος βάση μπορεί να είναι μία από τις: αδενίνη (A), γουανίνη (G), κυτοσίνη (C) και θυμίνη (T) (Εικόνα 1. 3).

Εικόνα 1. 3 Οι τέσσερις αζωτούχες βάσεις του DNA. Η αδενίνη συν δέεται με τη θυμίνη με δύο δεσμούς υδρογόνου και η γουανίνη συνδέεται με την κυτοσίνη με τρεις δεσμούς υδρογόνου.

Εικόνα 1. 3



Εικόνα 1. 3

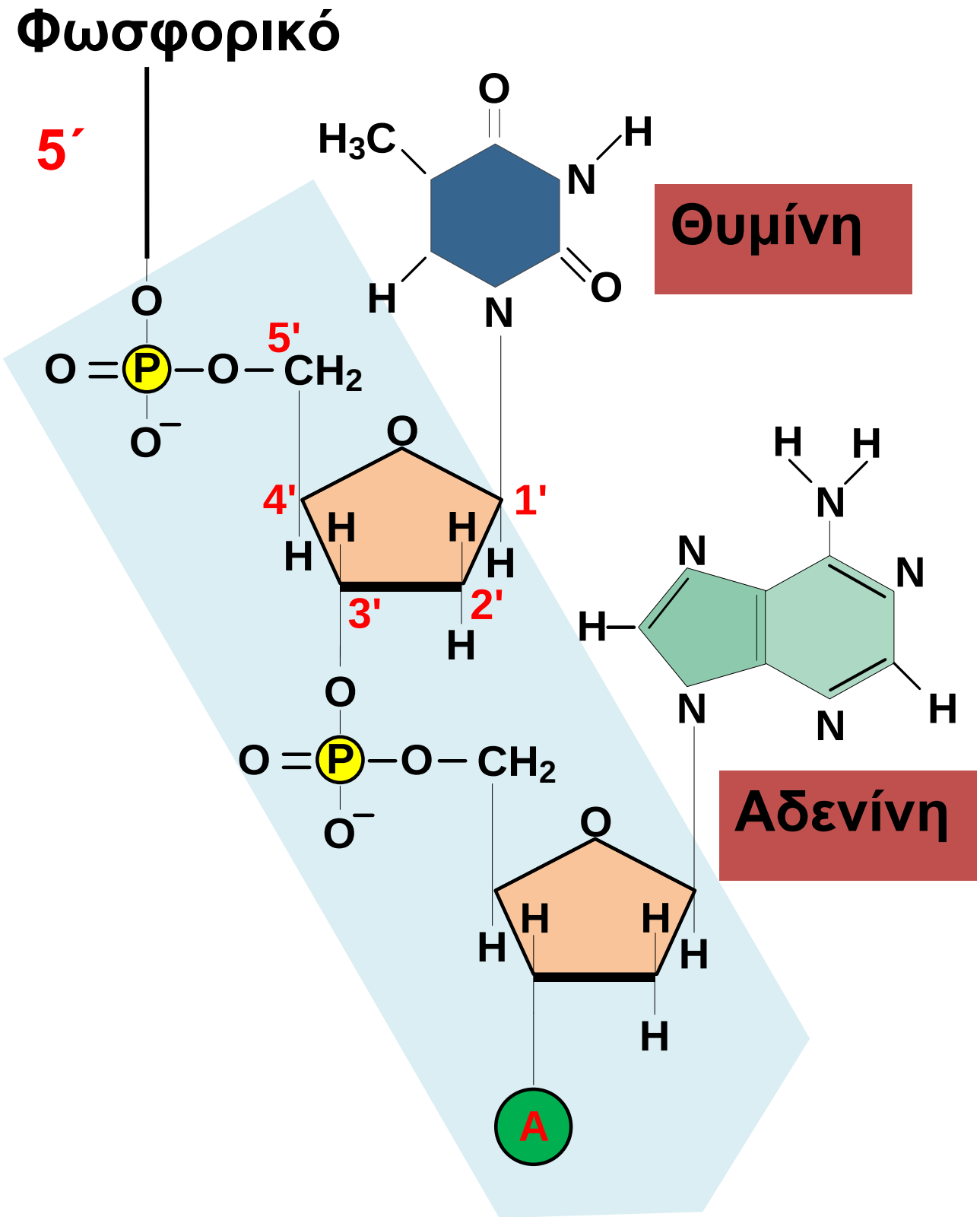


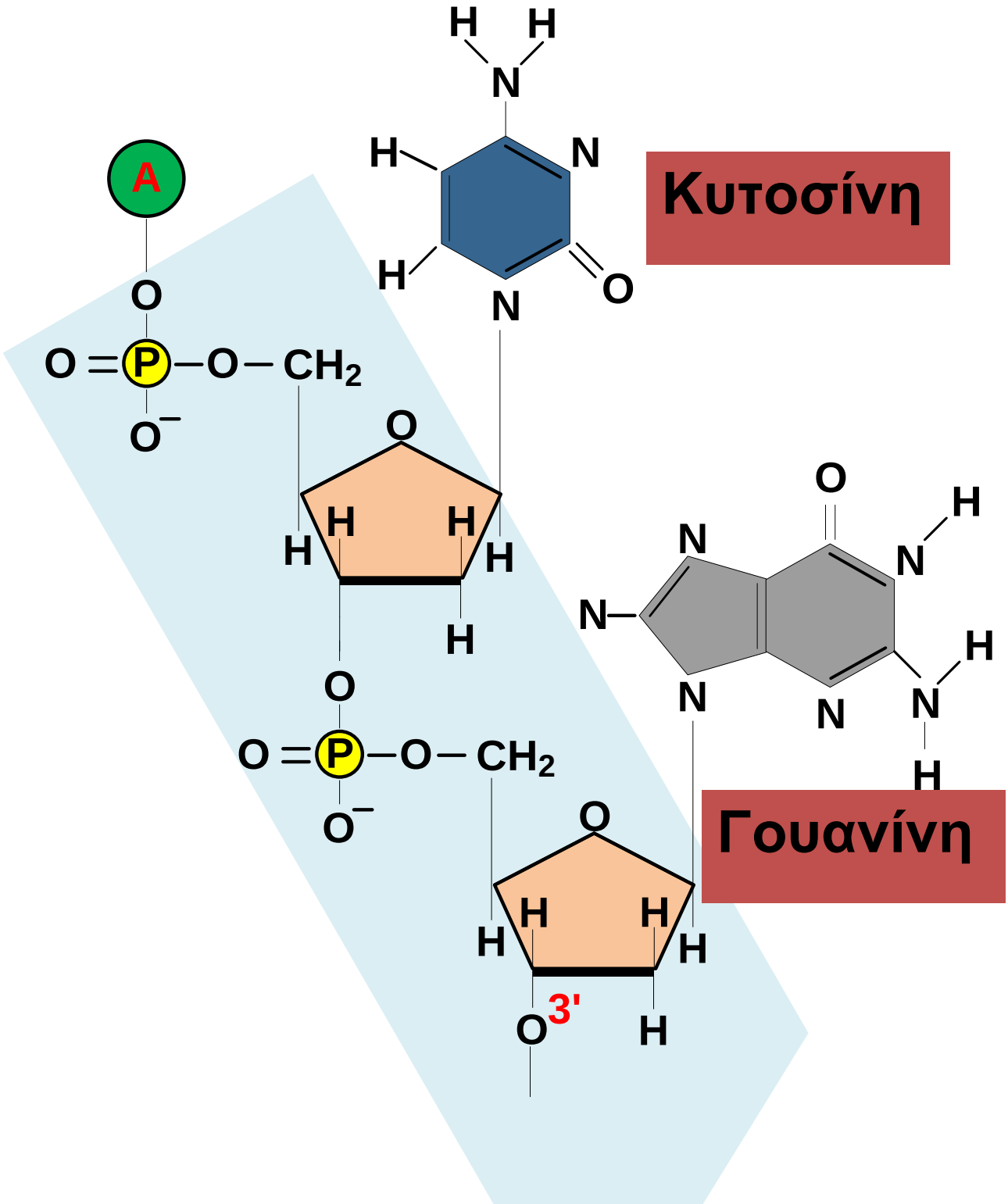
Σε κάθε νουκλεοτίδιο η αζωτούχος βάση συνδέεται με τον 1’ άνθρακα της δεοξυριβόζης και η φωσφορική ομάδα με τον 5’ άνθρακα. Μια **πολυνουκλεοτιδικη αλυσίδα** σχηματίζεται από την ένωση πολλών νουκλεοτιδίων με ομοιοπολικό δεσμό. Ο δεσμός αυτός δημιουργείται μεταξύ του υδροξυλίου του 3’ άνθρακα της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5’ άνθρακα της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου. Ο δεσμός αυτός ονομάζεται 3’-5’ **φωσφοδιεστερικός δεσμός**. Με τον τρόπο αυτό η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα που δημιουργείται έχει ένα σκελετό, που αποτελείται από επανάληψη των μορίων φωσφορική ομάδα-πεντόζη-φωσφορική ομάδα-πεντόζη. Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νου-

κλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5’ άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιό της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3’ άνθρακα της πεντόζης του. (Εικόνα 1. 5). Για το λόγο αυτό αναφέρεται ότι ο προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι 5’→3’ (Εικόνα1. 4).

Εικόνα 1. 4 Το βέλος δείχνει τον φωσφοδιεστερικό σκελετό με προσανατολισμό 5′→3′.

Εικόνα 1. 4




A
Κυτοσίνη
Γουανίνη
Δεοξυριβόζη
3´

Η ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA είναι η μεγαλύτερη βιολογική ανακάλυψη του 20ού αιώνα

Παρ' ότι η χημική σύσταση και οι ιδιότητες του DNA, με τα πειράματα που αναφέρθηκαν πιο πάνω, είχαν γίνει γνωστά, δεν υπήρχε κοινά αποδεκτή πρόταση για τη δομή του DNA στο χώρο. Δεδομένα από την ανάλυση του ποσοστού των βάσεων σε μόρια DNA από διαφορετικούς οργανισμούς έδειχναν ότι σε κάθε μόριο DNA ο αριθμός των νουκλεοτιδίων που έχουν ως βάση την αδενίνη είναι ίσος με τον αριθμό των νουκλεοτιδίων που έχουν θυμίνη, και ο αριθμός των νουκλεοτιδίων που έχουν ως βάση τη γουανίνη

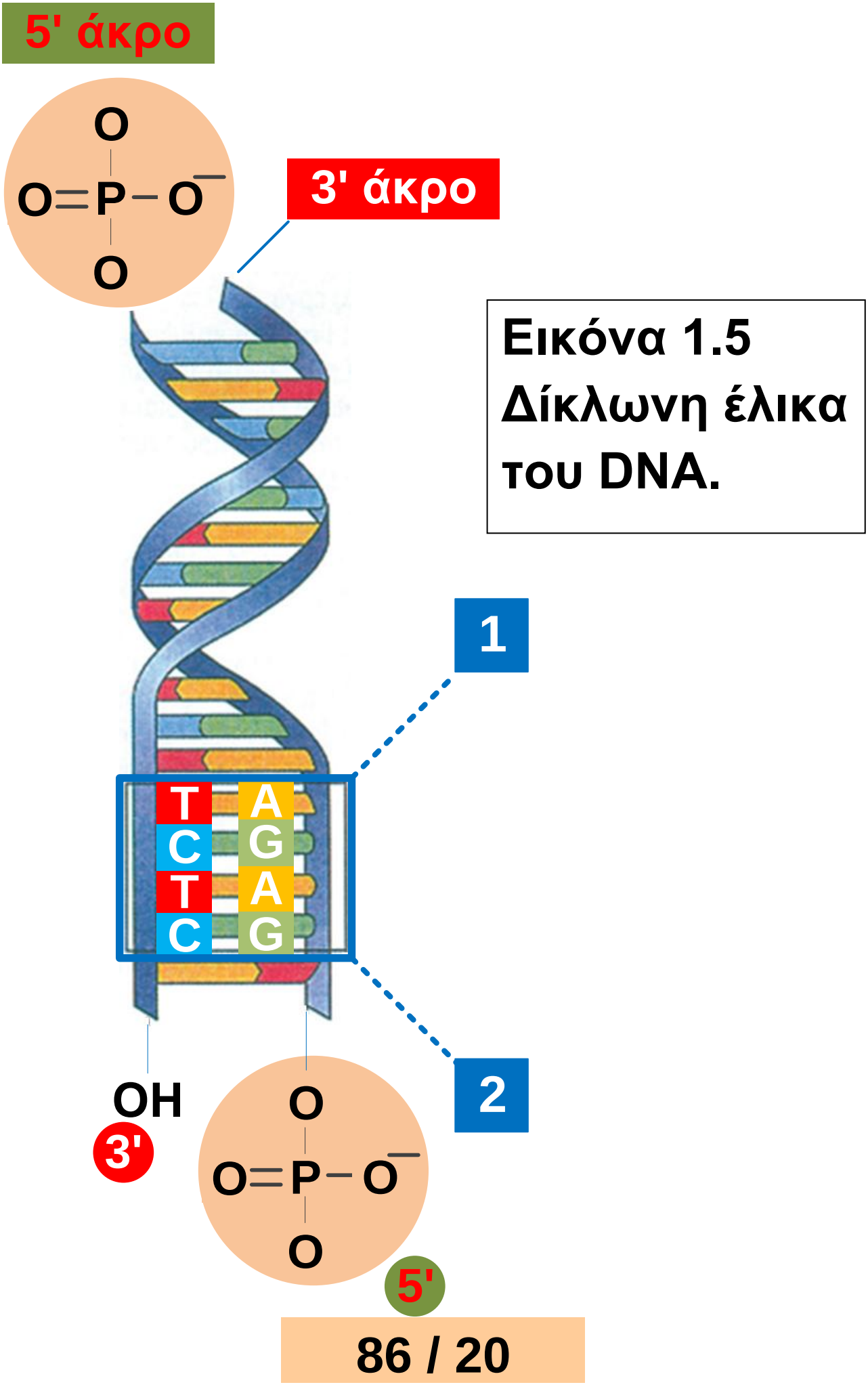
είναι ίσος με τον αριθμό αυτών που έχουν κυτοσίνη. Δηλαδή ισχύει A=T και G=C. Επίσης, βρέθηκε ότι η αναλογία των βάσεων [(A+T)/(G + C)] διαφέρει από είδος σε είδος και σχετίζεται με το είδος του οργανισμού. Τα αποτελέσματα αυτά σε συνδυασμό με αποτελέσματα που αφορούσαν την απεικόνιση του μορίου του DNA με χρήση ακτίνων-Χ βοήθησαν στην ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA και απέδειξαν τις μοναδικές ιδιότητές του που το καθιστούν μόριο ιδανικό ως γενετικό υλικό. Η ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA είναι η μεγαλύτερη βιολογική ανακάλυψη του 20ού αιώνα. Έγινε το 1953 και ήταν το αποτέλεσμα της ερευνητικής εργασίας δύο ομάδων επιστημόνων: των Wilkins και Franklin καθώς και των Watson και Crick. Στηριζόμενοι

στο σύνολο των αποτελεσμάτων των δύο ομάδων οι Watson και Crick διατύπωσαν το μοντέλο της **διπλής έλικας του DNA**, που αναφέρεται στη δομή του DNA στο χώρο (Εικόνα 1. 5).

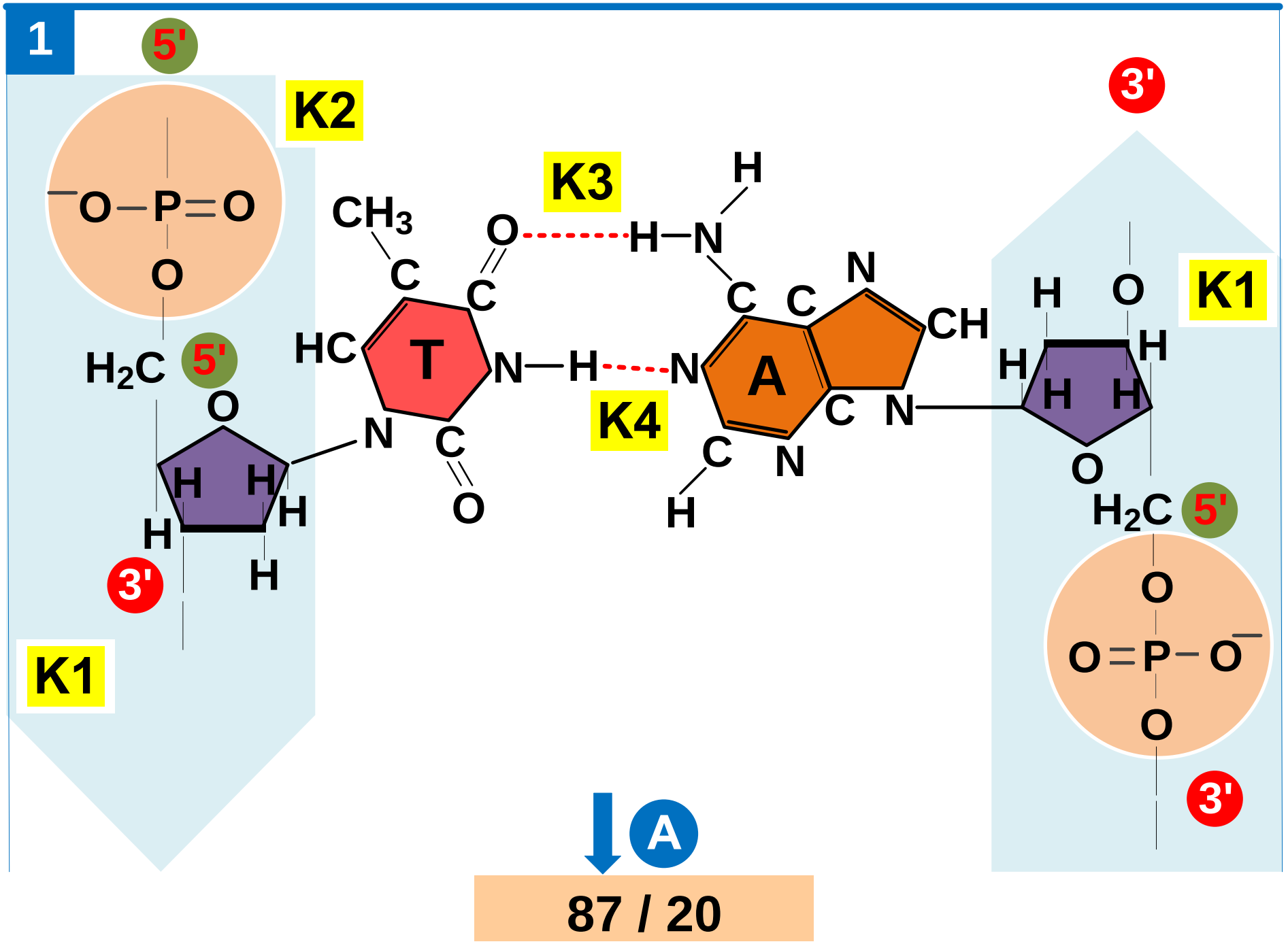
Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό:

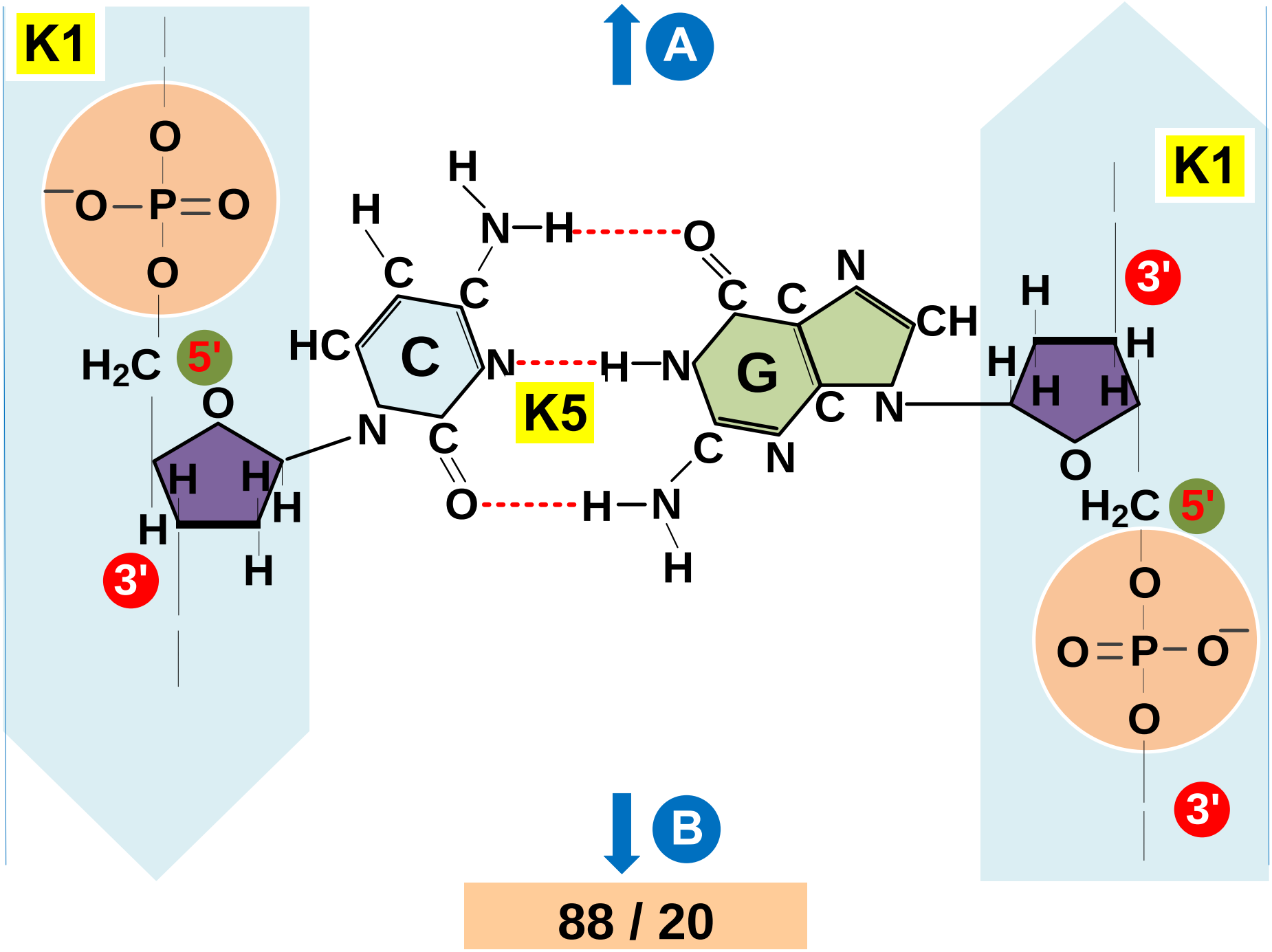
• Το DNA αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες που σχηματίζουν στο χώρο μία δεξιόστροφη διπλή έλικα.

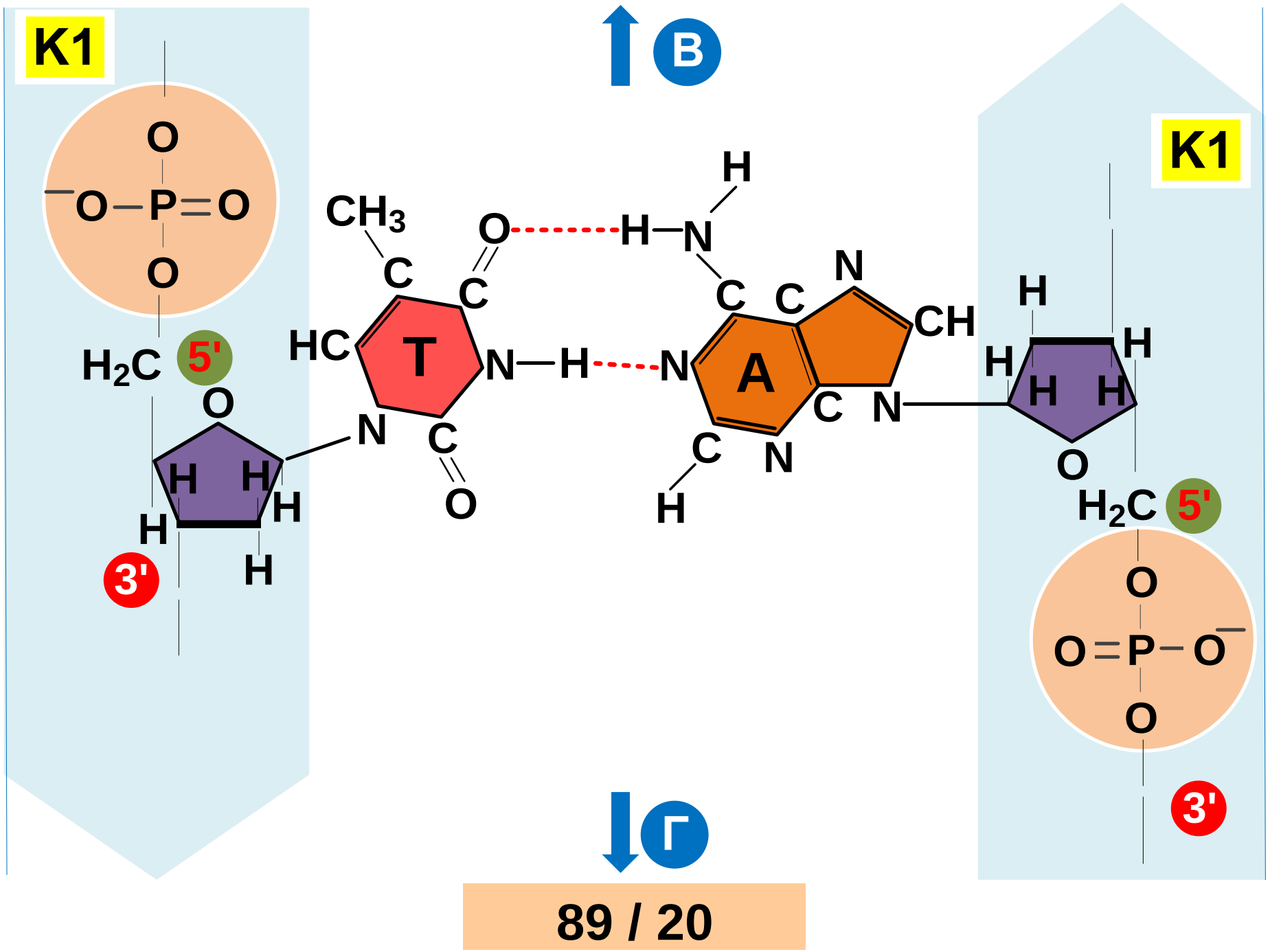
• Η διπλή έλικα έχει ένα σταθερό σκελετό, που αποτελείται από επαναλαμβανόμενα μόρια φωσφορικής ομάδας- δεοξυριβόζης ενωμένων με φωσφοδιεστερικό δεσμό. Ο σκελετός αυτός είναι υδρόφιλος και βρίσκεται στο εξωτερικό του μορίου. Προς το εσωτερικό του σταθερού αυτού σκελετού βρίσκονται οι αζωτούχες βάσεις που είναι υδρόφοβες.

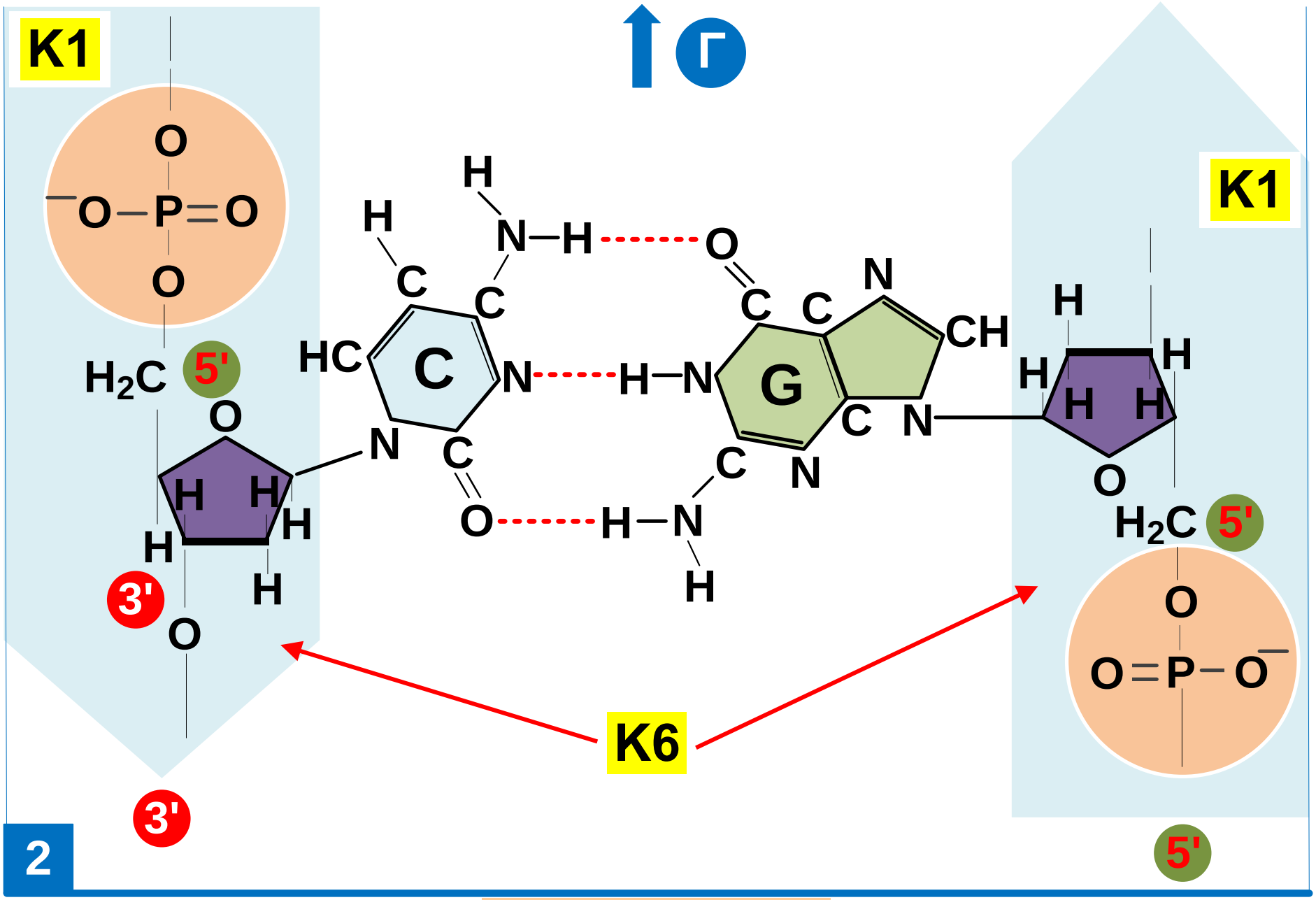


Εικόνα 1.5
Δίκλωνη έλικα του DNA.


1
5'
K2
K3
3'
K1
5'
K4
3'
K1
A
87 / 20


K1
A
K1
3'
5'
K5
5'
3'
B
88 / 20


K1
B
K1
T
A
5'
3'
5'
3'
Г



90 / 20

Εικόνα 1.5 Δίκλωνη έλικα του DNA.

Κ1 **Προσανατολισμός 5’ → 3’**

Κ2 **Κάθε φωσφορική ομάδα συνδέει τον 3’ άνθρακα ενός σακχάρου με τον 5’ άνθρακα του επόμενου**

Κ3 **Τα ζεύγη των συμπληρωματικών βάσεων σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου οι οποίοι συγκρατούν τις δύο αλυσίδες του DNA**

Κ4 **Η Τ και η Α συνδέονται με δύο δεσμούς υδρογόνου**

Κ5 **Η C και η G συνδέονται με τρεις δεσμούς υδρογόνου**

Κ6 **Και οι δύο αλυσίδες στο DNA έχουν προσανατολισμό 5’ → 3’ και είναι αντιπαράλληλες.**

• Οι αζωτούχες βάσεις της μιας αλυσίδας συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις της απέναντι αλυσίδας με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας.Η αδενίνη συνδέεται μόνο με θυμίνη και αντίστροφα, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντίστροφα. Οι δεσμοί υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των βάσεων σταθεροποιούν τη δευτεροταγή δομή του μορίου.

• Ανάμεσα στην αδενίνη και τη θυμίνη σχηματίζονται δυο δεσμοί υδρογόνου, ενώ ανάμεσα στη γουανίνη και την κυτοσίνη σχηματίζονται τρεις δεσμοί υδρογόνου.

• Οι δύο αλυσίδες ενός μορίου DNA είναι συμπληρωματικές, και αυτό υποδηλώνει ότι η αλληλουχία της μιας καθορίζει την αλληλουχία της άλλης. Η συμπληρωματικότητα έχει

τεράστια σημασία για τον αυτοδιπλασιασμό του DNA, μια ιδιότητα που το καθιστά το καταλληλότερο μόριο για τη διατήρηση και τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας. Κάθε αλυσίδα DNA μπορεί να χρησιμεύει ως καλούπι για τη σύνθεση μιας συμπληρωματικής αλυσίδας, ώστε τελικά να σχηματίζονται δύο δίκλωνα μόρια DNA πανομοιότυπα με το μητρικό μόριο.

• Οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες, δηλαδή το 3’ άκρο της μίας είναι απέναντι από το 5’ άκρο της άλλης.

Το γενετικό υλικό ελέγχει όλες τις λειτουργίες του κυττάρου

Το DNA αποτελεί το γενετικό υλικό όλων των κυττάρων και των περισσότερων ιών. Κάποιοι ιοί έχουν ως γενετικό υλικό RNA (RNA-ιοί). Συνοπτικά οι λειτουργίες του γενετικού υλικού είναι:

- **Η αποθήκευση** της γενετικής πληροφορίας. Στο DNA (ή στο RNA των RNA ιών) περιέχονται οι πληροφορίες που καθορίζουν όλα τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού και οι οποίες οργανώνονται σε λειτουργικές μονάδες, **τα γονίδια.**
- **Η διατήρηση** και η μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας από κύτταρο σε κύτταρο και από οργανισμό σε οργανισμό, που εξα-

σφαλίζονται με τον αυτοδιπλασιασμό του DNA.

- **Η έκφραση** των γενετικών πληροφοριών, που επιτυγχάνεται με τον έλεγχο της σύνθεσης των πρωτεϊνών.

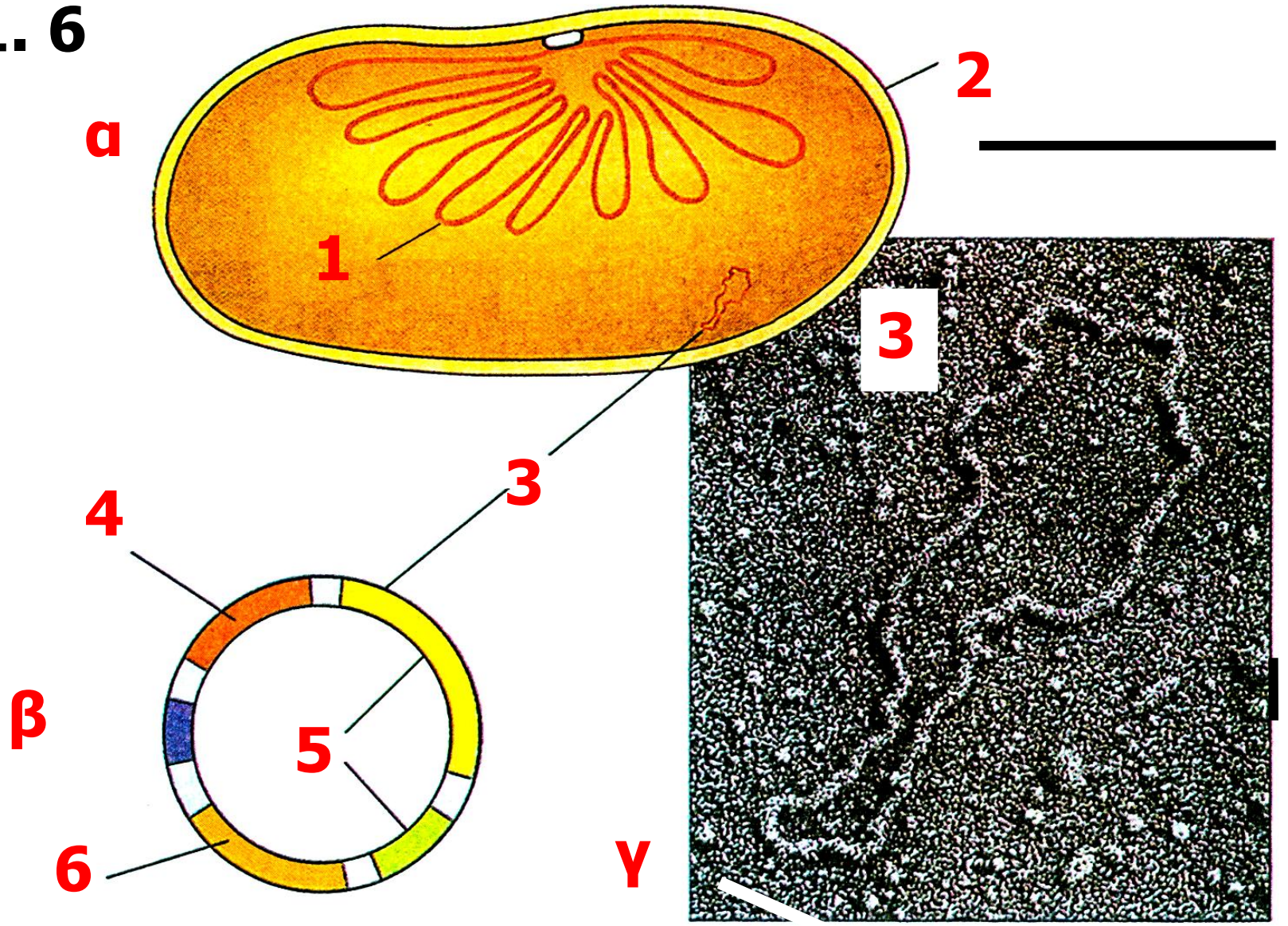
Το γενετικό υλικό ενός κυττάρου αποτελεί το **γονιδίωμά** του. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε ένα μόνο αντίγραφο, όπως είναι τα προκαρυωτικά κύτταρα και οι γαμέτες των διπλοειδών οργανισμών, ονομάζονται **απλοειδή**. Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε δύο αντίγραφα, όπως είναι τα σωματικά κύτταρα των ανώτερων ευκαρυωτικών οργανισμών, ονομάζονται **διπλοειδή.** Στα ευκαρυωτικά κύτταρα το γενετικό υλικό κατανέμεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλω-

ροπλάστες. Συνήθως όμως ο όρος γονιδίωμα αναφέρεται στο γενετικό υλικό που βρίσκεται στον πυρήνα.

Για την περιγραφή του μήκους ή της αλληλουχίας ενός νουκλεϊκού οξέος χρησιμοποιείται ο όρος **αριθμός ή αλληλουχία βάσεων** αντίστοιχα. Στην πραγματικότητα εννοούμε τον αριθμό ή την ακολουθία των νουκλεοτιδίων του νουκλεϊκού οξέος. Η απλούστευση αυτή γίνεται γιατί το μόνο τμήμα του νουκλεοτιδίου που αλλάζει είναι η αζωτούχος βάση. Έτσι αναφέρεται ότι ένα μόριο DNA έχει μήκος 2.000 ζεύγη βάσεων, επειδή είναι δίκλωνο, ενώ ένα μόριο mRNA έχει μήκος 2.000 βάσεις επειδή είναι μονόκλωνο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. 1: Μέγεθος γονιδιώματος διαφόρων οργανισμών		
Οργανισμός	Συνολικό DNA (σε ζεύγη βάσεων)	Αριθμός χρωμοσωμάτων (απλοειδές κύτταρο)
Zea mays (καλαμπόκι)	5×10^9	10
Homo sapiens	3×10^9	23
Drosophila melanogaster	1.6×10^8	4
Sacharomyces cerevisae	1.4×10^7	16
Escherichia coli	4×10^6	1

Εικόνα 1. 6



I

98 / 21

Εικόνα 1. 6

α. Το βακτηριακό κύτταρο έχει ένα κυκλικό μόριο DNA το οποίο είναι συνδεδεμένο στο εσωτερικό τμήμα της κυτταρικής μεμβράνης, β. Έχει επίσης ένα μικρό κυκλικό μόριο DNA, το πλασμίδιο, το οποίο έχει γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά, γ. Φωτογραφία του πλασμιδίου στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

1. ΒακτηριακόDNA
2. Βακτήριο
3. Πλασμίδιο
4. Ανθεκτικότητα στην αμπικιλίνη
5. Άλλα γονίδια
6. Ανθεκτικότητα στην τετρακυκλίνη

Το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων είναι ένα κυκλικό μόριο DNA

Το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων είναι ένα **δίκλωνο κυκλικό μόριο DNA** μήκους περίπου 1mm. Το κυκλικό αυτό μόριο DNA αναδιπλώνεται και πακετάρεται με τη βοήθεια κυρίως πρωτεϊνών με αποτέλεσμα να έχει τελικό μήκος στο κύτταρο 1μm. Περιέχει ένα αντίγραφο του γονιδιώματος, άρα τα προκαρυωτικά κύτταρα είναι απλοειδή.

Σε πολλά βακτήρια, εκτός από το κύριο κυκλικό μόριο DNA, υπάρχουν και τα **πλασμίδια** (Εικόνα 1.6). Τα πλασμίδια είναι δίκλωνα, κυκλικά μόρια DNA με διάφορα μεγέθη. Περιέχουν μικρό ποσοστό της γενετικής πληροφορίας και αποτελούν

το 1 - 2% του βακτηριακού DNA. Ένα βακτήριο μπορεί να περιέχει ένα ή περισσότερα πλασμίδια, τα οποία αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου. Μεταξύ των γονιδίων που περιέχονται στα πλασμίδια υπάρχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά και γονίδια που σχετίζονται με τη μεταφορά γενετικού υλικού από ένα βακτήριο σε άλλο. Τα πλασμίδια έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν γενετικό υλικό τόσο μεταξύ τους όσο και με το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου, καθώς και να μεταφέρονται από ένα βακτήριο σε άλλο. Με τον τρόπο αυτό μετασχηματίζουν το βακτήριο στο οποίο εισέρχονται και του προσδίδουν καινούριες ιδιότητες.Τα πλασμίδια αποτελούν πολύτιμο εργαλείο των τεχνικών της Γενετικής Μηχανικής,

όπως θα αναλυθεί στο κεφάλαιο του ανασυνδυασμένου DNA.

Το γενετικό υλικό των ευκαρυωτικών οργανισμών έχει πολύπλοκη οργάνωση

Το γενετικό υλικό των ευκαρυωτικών κυττάρων έχει μεγαλύτερο μήκος από αυτό των προκαρυωτικών. Το συνολικό DNA που υπάρχει σε κάθε ευκαρυωτικό κύτταρο δεν είναι ένα ενιαίο μόριο, αλλά αποτελείται από πολλά γραμμικά μόρια, ο αριθμός και το μήκος των οποίων είναι χαρακτηριστικά για τα διάφορα είδη των οργανισμών. Τα μόρια του DNA πακετάρονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν τα ινίδια χρωματίνης. Το συνολικό DNA σε κάθε διπλοειδές κύτταρο του ανθρώπου έχει μήκος περίπου 2m

και συσπειρώνεται σε τέτοιο βαθμό, ώστε να χωράει στον πυρήνα, που έχει διάμετρο δέκα εκατομμυριοστά του μέτρου!

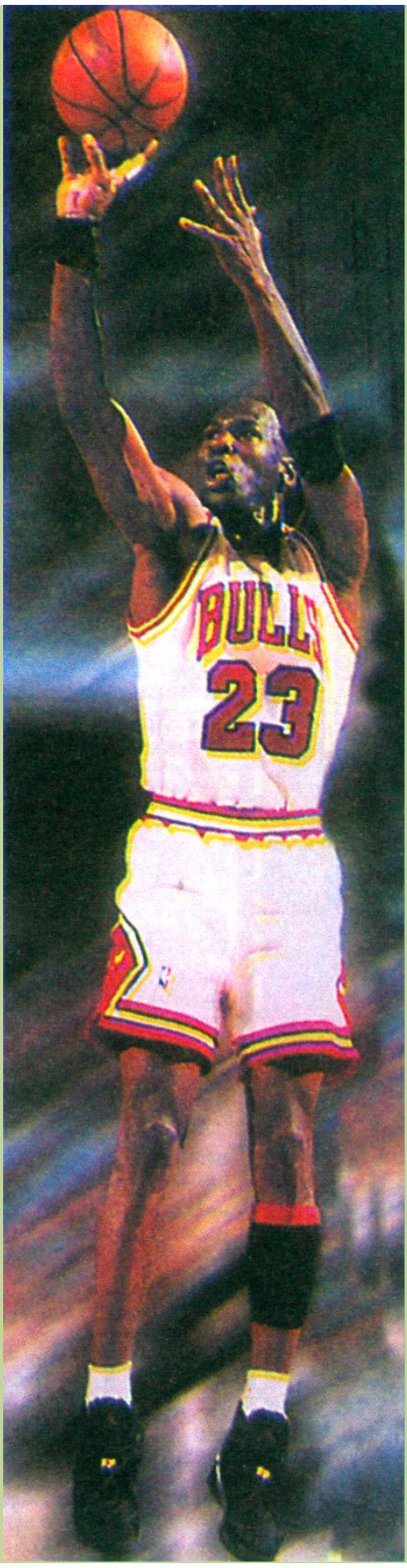
Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, ύστερα από ειδική επεξεργασία, τα ινίδια χρωματίνης μοιάζουν με κομπολόγια από χάντρες. Κάθε «χάντρα» ονομάζεται νουκλεόσωμα και αποτελεί τη βασική μονάδα οργάνωσης της χρωματίνης. Το **νουκλεόσωμα** αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων και από οκτώ μόρια πρωτεϊνών, που ονομάζονται **ιστόνες**. Το DNA είναι τυλιγμένο γύρω από το οκταμερές των ιστονών (Εικόνα1. 7). Τα νουκλεοσώματα αναδιπλώνονται με αποτέλεσμα το DNA να πακετάρεται σε μεγαλύτερο βαθμό, σχηματίζοντας τελικά τα ινίδια της χρωματί-

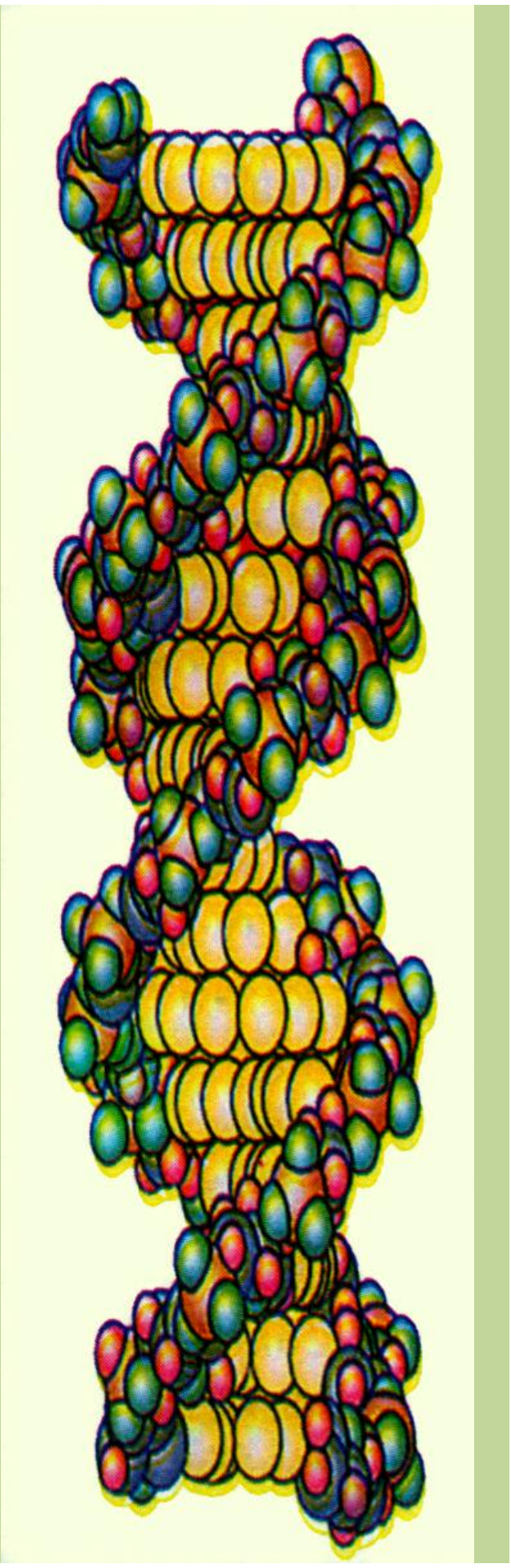
νης. Στην αναδίπλωση συμμετέχουν και άλλα είδη πρωτεϊνών.

Αν παρατηρήσουμε το γενετικό υλικό ενός ευκαρυωτικού κυττάρου, βλέπουμε ότι εμφανίζεται με διαφορετικές χαρακτηριστικές μορφές, ανάλογα με το στάδιο του **κυτταρικού κύκλου**.

Η Μοριακή Βιολογία με αριθμούς

Εάν ξεδιπλώναμε το DNA του πυρήνα ενός σωματικού κυττάρου του ανθρώπου, αυτό θα έφτανε συνολικά τα 2m, όσο είναι δηλαδή το ύψος του διασημότερου καλαθοσφαιριστή που «πάτησε» στα γήπεδα του πλανήτη μας, του Air-Michael Jordan.





105 / 22

Κατά τη μεσόφαση το γενετικό υλικό έχει μικρό βαθμό συσπείρωσης και σχηματίζει δίκτυο ινιδίων χρωματίνης. Κατά συνέπεια τα ινίδια χρωματίνης δεν είναι ορατά ως μεμονωμένες δομές με το οπτικό μικροσκόπιο. Με το τέλος της αντιγραφής κάθε ινίδιο χρωματίνης έχει διπλασιαστεί. Τα δύο αντίγραφα κάθε ινιδίου συνδέονται μεταξύ τους με μία δομή που ονομάζεται **κεντρομερίδιο**.

Ο όρος **αδελφές χρωματίδες** χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κατά το χρονικό διάστημα που είναι συνδεδεμένα στο κεντρομερίδιο. Στην κυτταρική διαίρεση οι αδελφές χρωματίδες συσπειρώνονται και, κατά το στάδιο της μετάφασης, αποκτούν μέγιστο βαθμό συσπείρωσης. Στο στάδιο αυτό ο υψηλός

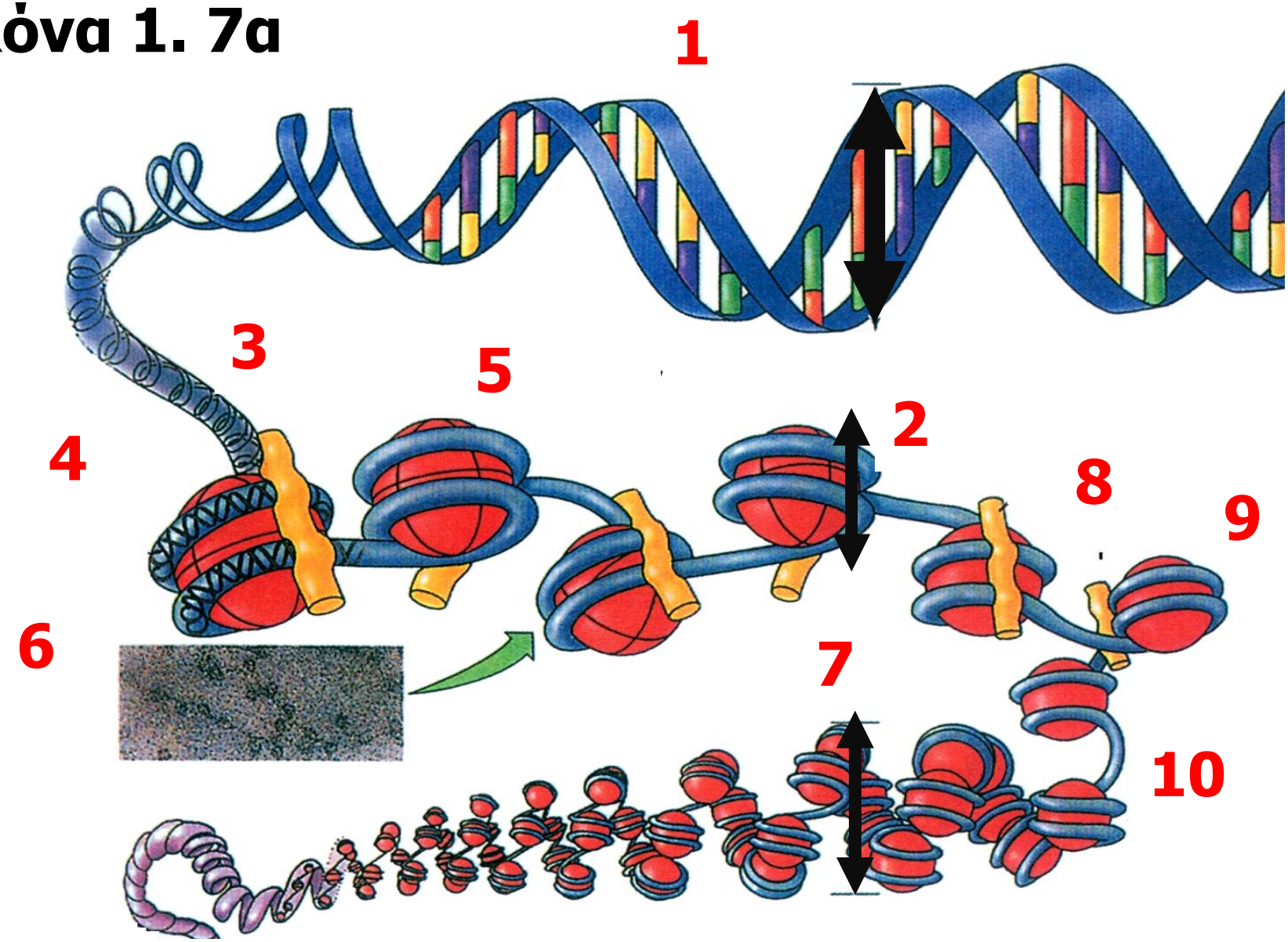
βαθμός συσπείρωσης καθιστά τα μεταφασικά χρωμοσώματα ευδιάκριτα και έτσι είναι εύκολο να παρατηρηθούν με το οπτικό μικροσκόπιο (Εικόνα 1. 7).

Εικόνα 1. 7 Επίπεδα πακεταρίσματος του DNA στο μεταφασικό χρωμόσωμα. Στο κάτω μέρος της εικόνας φαίνονται μεταφασικά χρωμοσώματα στο οπτικό μικροσκόπιο.

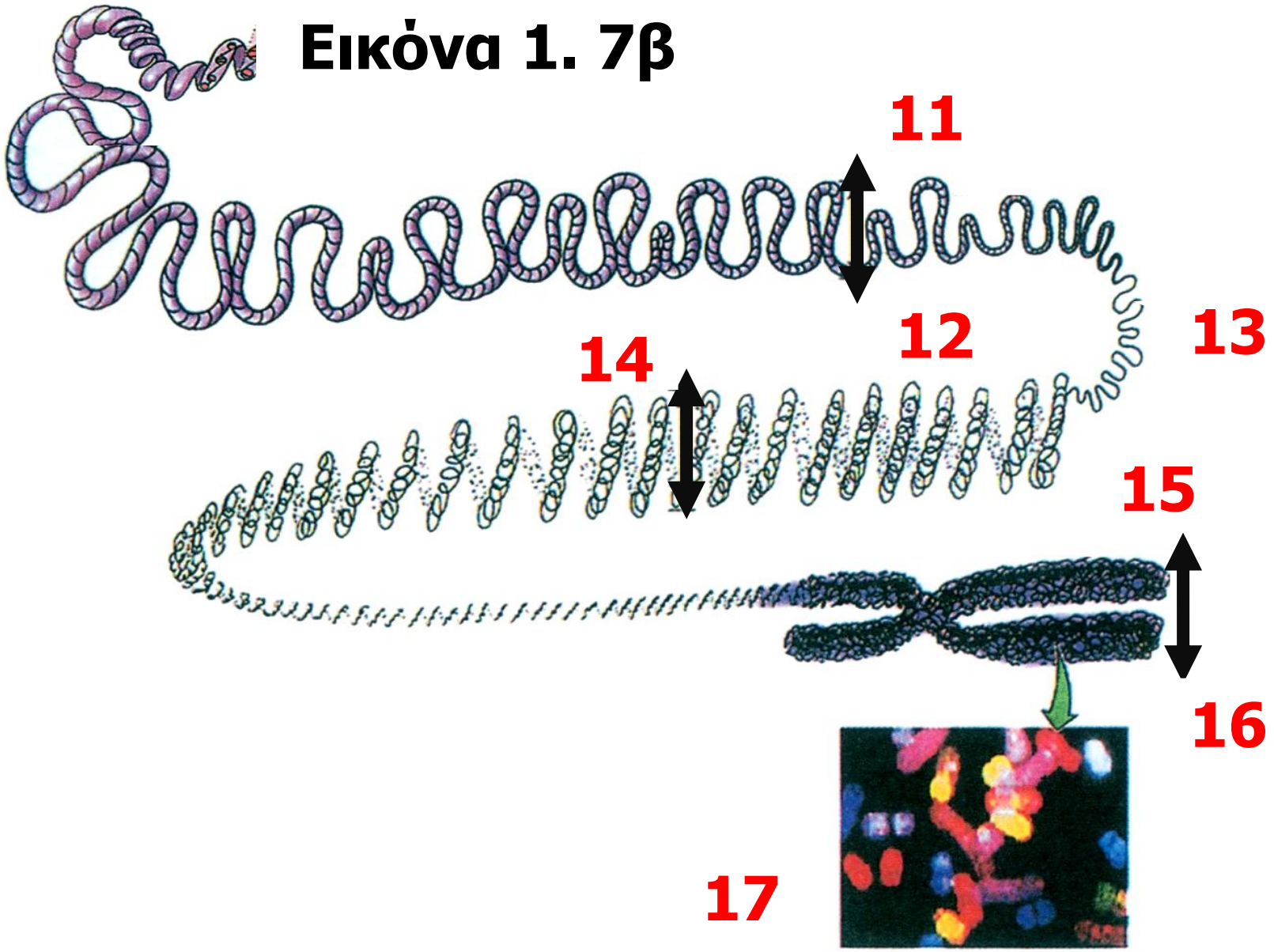
1. Διπλή έλικα DNA
2. 2nm
3. Το DNA συνδέεται με ιστόνες σχηματίζοντας νουκλεοσώματα.
4. DNA
5. Οκταμερές ιστονών
6. "Χάντρες" νουκλεοσωμάτων
7. 11nm

8. Ιστόνη
9. Νουκλεόσωμα
10. Τα νουκλεοσώματα πακε-τάρονται σχηματίζοντας ινίδια χρωματίνης.
11. 30nm
12. 300nm
13. Τα ινίδια χρωματίνης αναδιπλώνονται και σχηματίζουν θηλειές.
14. 700nm
15. Οι θηλειές αναδιπλώνονται σχηαματίζοντας χρωμοσώματα.
16. 1400nm
17. Μεταφασικά χρωμοσώματα.

Εικόνα 1. 7α



Εικόνα 1. 7β



Στο τέλος της κυτταρικής διαίρεσης προκύπτουν δύο νέα κύτταρα, γενετικά όμοια μεταξύ τους και με το αρχικό, αφού το καθένα περιέχει τη μία από τις δύο «πρώην» αδελφές χρωματίδες από κάθε χρωμόσωμα.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα ινίδια της χρωματίνης, τα χρωμοσώματα και οι χρωματίδες αποτελούν «διαφορετικές όψεις του ίδιου νομίσματος». Τα ινίδια της χρωματίνης διπλασιάζονται στη μεσόφαση και «μετατρέπονται» σε αδελφές χρωματίδες, οι οποίες γίνονται ευδιάκριτες στην κυτταρική διαίρεση. Κατά το τέλος της κυτταρικής διαίρεσης αποχωρίζονται πλήρως, αποσυσπειρώνονται σταδιακά και «μετατρέπονται» πάλι σε ινίδια χρωματίνης στο μεσοφασικό πυρήνα των νέων κυττάρων κ.ο.κ.

Παρ' όλες όμως τις μορφολογικές αυτές μεταβολές η χημική σύσταση του γενετικού υλικού παραμένει α-μετάβλητη.

Παρατήρηση των χρωμοσωμά-των του ανθρώπου–Καρυότυπος

Το ανθρώπινο γονιδίωμα σε ένα απλοειδές κύτταρο (γαμέτη) αποτε-λείται από περίπου $3x10^9$ ζεύγη βά-σεων DNA, που είναι οργανωμένα σε 23 χρωμοσώματα. Η μελέτη των χρωμοσωμάτων είναι δυνατή μόνο σε κύτταρα τα οποία διαιρούνται. Τα κύτταρα αυτά μπορεί να προέρ-χονται είτε από ιστούς που διαιρού-νται φυσιολογικά είτε από κυτταρο-καλλιέργειες, όπου γίνεται in vitro επαγωγή της διαίρεσης με ουσίες που έχουν μιτογόνο δράση. Τα χρωμοσώματα μελετώνται στο στά-

δια της μετάφασης, όπου εμφανί-
ζουν το μεγαλύτερο βαθμό συσπεί-
ρωσης και είναι ευδιάκριτα. Επειδή
σε ένα πληθυσμό διαιρούμενων
κυττάρων το ποσοστό αυτών που
βρίσκονται στη μετάφαση είναι μι-
κρό, χρησιμοποιούνται ουσίες οι ο-
ποίες σταματούν την κυτταρική δι-
αίρεση στη φάση αυτή. Στη συνέχει-
α τα κύτταρα επωάζονται σε υποτο-
νικό διάλυμα, ώστε να σπάσει η
κυτταρική τους μεμβράνη, και τα
χρωμοσώματά τους απλώνονται σε
αντικειμενοφόρο πλάκα. Τέλος,
χρωματίζονται με ειδικές χρωστικές
ουσίες και παρατηρούνται στο μι-
κροσκόπιο.

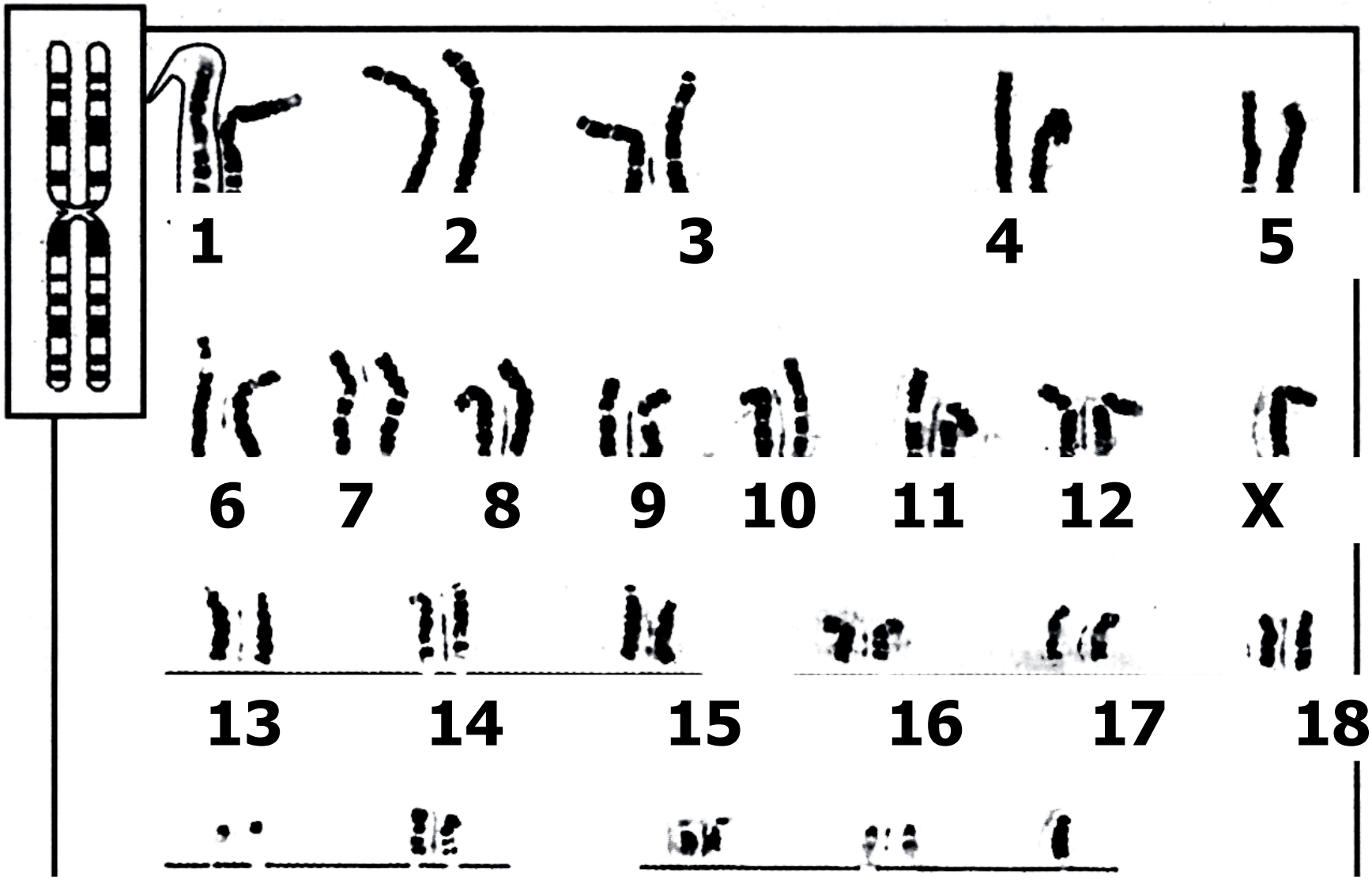
Κάθε φυσιολογικό μεταφασικά
χρωμόσωμα αποτελείται από δύο
αδελφές χρωματίδες, οι οποίες συ-
γκρατούνται στο κεντρομερίδιο. Το
κεντρομερίδιο «διαιρεί» κάθε χρω-

ματίδα σε δύο βραχίονες, ένα μεγάλο και ένα μικρό. Τα μεταφασικά χρωμοσώματα ενός κυττάρου διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μέγεθος και ως προς τη θέση του κεντρομεριδίου. Τα χρωμοσώματα ταξινομούνται σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος. Η απεικόνιση αυτή αποτελεί τον **καρυότυπο** (Εικόνα 1.8). Ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων είναι ιδιαίτερο χαρακτηριστικό κάθε είδους. Στον άνθρωπο τα φυσιολογικά αρσενικά και θηλυκά άτομα έχουν στον πυρήνα των σωματικών τους κυττάρων 23 **ζεύγη χρωμοσωμάτων.** Το ένα χρωμόσωμα κάθε ζεύγους είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης και ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες. Από τα 23 ζεύγη τα 22 είναι μορφολογικά ίδια στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα και ονομάζονται

αυτοσωμικά χρωμοσώματα. Το 23ο ζεύγος στα θηλυκά άτομα αποτελείται από δύο Χ χρωμοσώματα, ενώ στα αρσενικά από ένα Χ και ένα Υ χρωμόσωμα. Το Υ χρωμόσωμα είναι μικρότερο σε μέγεθος από το Χ. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται **φυλετικά** και σε πολλούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, καθορίζουν το φύλο. Στον άνθρωπο η παρουσία του Υ χρωμοσώματος καθορίζει το αρσενικό άτομο, ενώ η απουσία του το θηλυκό άτομο. Έτσι, ένα φυσιολογικό αρσενικό άτομο έχει 44 αυτοσωμικά χρωμοσώματα και ένα ζεύγος ΧΥ, ενώ ένα φυσιολογικό θηλυκό 44 αυτοσωμικά και ένα ζεύγος ΧΧ.

Εικόνα 1. 8 Καρυότυπος φυσιο-λογικού αρσενικού ατόμου, στον οποίο έχει προστεθεί απεικόνιση του 1ου χρωμοσώματος (χρώση Giemsa).

Εικόνα 1. 8



Η θέση του κεντρομεριδίου καθορίζει το σχήμα του χρωμοσώματος

Όταν το κεντρομερίδιο βρίσκεται περίπου στο μέσον του χρωμοσώματος, το χρωμόσωμα αυτό ονομάζεται μετακεντρικό (π.χ. στον άνθρωπο το χρωμόσωμα1). Όταν το κεντρομερίδιο βρίσκεται κοντά στο άκρο, το χρωμόσωμα ονομάζεται ακροκεντρικό (π.χ. το χρωμόσωμα 13). Τέλος, όταν το κεντρομερίδιο βρίσκεται σε ενδιάμεση θέση, το χρωμόσωμα λέγεται υπομετακεντρικό (π.χ. το χρωμόσωμα 4).

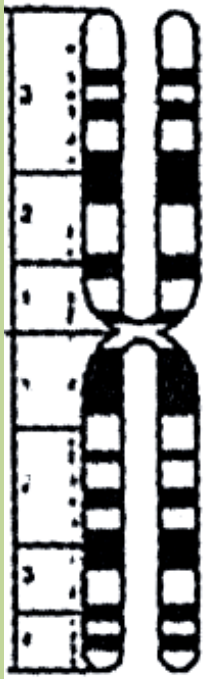
Μετακεντρικό **Υπομετακεντρικό** **Αποκεντρικό**

Μικρός βραχίονας

p

Μεγάλος βραχίονας

q



1



4

Δορυφορικό DNA



13 **14**

Ταξίδι στο χρόνο

Το 1952 οι Hsu και Pomerat χρησιμοποίησαν υποτονικό διάλυμα και το αλκαλοειδές κολχικίνη, που σταματά τη διαίρεση στη μετάφαση, για την ανάλυση των χρωμοσωμάτων.

Το 1960 οι Nowel, Moorehead και Hungerford επιτυγχάνουν να καλλιεργήσουν λεμφοκύτταρα με χρήση φυτοαιμαγλουτινίνης στο εργαστήριο.

Το 1960 πραγματοποιείται στο Denver διάσκεψη και καθορίζεται το σύστημα ονοματολογίας των ανθρώπινων μεταφασικών χρωμοσωμάτων.

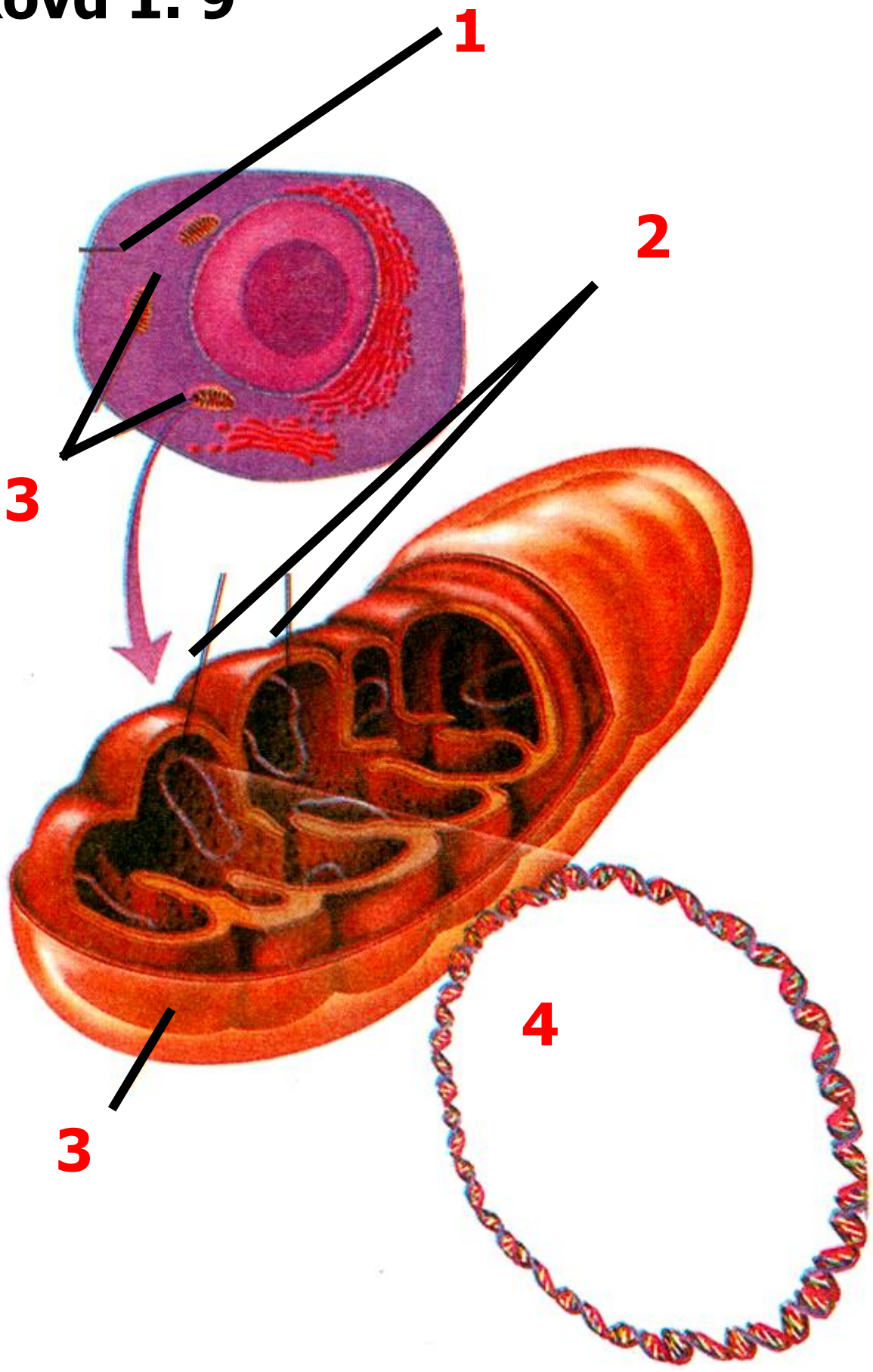
Το 1970 ο Caspersson, χρησιμοποιώντας τη χρωστική κινακρίνη, επιτυγχάνει τη δημιουργία ζωνών στα χρωμοσώματα (ζώνες-Q).

Το 1971 στη διάσκεψη που πραγματοποιήθηκε στο Παρίσι καθορίζεται το πρότυπο των ζωνών των ανθρώπινων μεταφασικών χρωμοσωμάτων.

Εικόνα 1. 9 Ένα μιτοχόνδριο περιέχει πολλά μόρια κυκλικού DNA

1. **Κύτταρο**
2. **Μιτοχονδριακό DNA**
3. **Μιτοχόνδριο**
4. **DNA**

Εικόνα 1. 9



Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν το δικό τους γενετικό υλικό

Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν DNA. Το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία τους, δηλαδή σχετικά με την οξειδωτική φωσφορυλίωση και τη φωτοσύνθεση αντίστοιχα, και κωδικοποιεί μικρό αριθμό πρωτεϊνών. Οι περισσότερες όμως πρωτεΐνες, που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών, κωδικοποιούνται από γονίδια που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι τα οργανίδια αυτά δεν είναι ανεξάρτητα από τον πυρήνα

του κυττάρου και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως **ημιαυτόνομα.**

Το μιτοχονδριακό DNA στους περισσότερους οργανισμούς είναι κυκλικό μόριο. Κάθε μιτοχόνδριο περιέχει δύο έως δέκα αντίγραφα του κυκλικού μορίου DNA (Εικόνα 1. 9). Σε ορισμένα όμως κατώτερα πρωτόζωα είναι γραμμικό. Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.

Το DNA των χλωροπλαστών είναι κυκλικό μόριο και έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το μιτοχονδριακό DNA.

Μιτοχονδριακές ασθένειες και γήρανση

Κάθε κύτταρο περιέχει εκατοντάδες μιτοχόνδρια και κάθε μιτοχόνδριο έχει δύο έως δέκα αντίγραφα του κυκλικού μιτοχονδριακού DNA. Έτσι, συνολικά κάθε κύτταρο μπορεί να έχει μέχρι και 10.000 μόρια κυκλικού μιτοχονδριακού DNA. Οι μεταλλάξεις που συμβαίνουν σ' αυτό οδηγούν σε πολύ σοβαρές ασθένειες, που προκαλούν βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα, στην καρδιά και στο μυϊκό σύστημα. Ο τρόπος κληρονόμησής τους είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος.

Στον ανθρώπινο οργανισμό, με την πάροδο του χρόνου συσ-

σωρεύονται στο μιτοχονδριακό DNA πολλές μεταλλάξεις από τοξικές ουσίες και ιδιαίτερα από ελεύθερες ρίζες. Λόγω των μεταλλάξεων, τα ένζυμα που παράγονται από το μιτοχονδριακό DNA και συμμετέχουν στις αντιδράσεις της αναπνευστικής αλυσίδας, παύουν να λειτουργούν σωστά. Γι' αυτό με την ηλικία προκαλείται μυϊκή καχεξία, απώλεια της όρασης και της ακοής κ.ά. Πιστεύεται ότι η συμπλήρωση της διατροφής μας με αντιοξειδωτικούς παράγοντες όπως η βιταμίνη C μπορεί να καθυστερήσει τη διαδικασία της γήρανσης.

Οι ιοί έχουν γενετικό υλικό DNA ή RNA

Οι ιοί περιέχουν ένα μόνο είδος νουκλεϊκού οξέος, το οποίο μπορεί να είναι DNA ή RNA. Το DNA των ιών μπορεί να είναι μονόκλωνο ή δίκλωνο, γραμμικό ή κυκλικό. Οι RNA ιοί έχουν συνήθως γραμμικό RNA (σε σπάνιες περιπτώσεις είναι κυκλικό), το οποίο μπορεί να είναι μονόκλωνο ή δίκλωνο. Οι ιοί και ο κύκλος ζωής τους θα αναλυθούν στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

Περίληψη

Το DNA, με εξαίρεση τους RNA ιούς, είναι το γενετικό υλικό σε όλους τους οργανισμούς. Σύμφωνα με το μοντέλο των Watson και Crick το DNA αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες, που σχηματίζουν διπλή έλικα. Οι δύο αλυσίδες του DNA είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους, δηλαδή απέναντι από κάθε Τ βρίσκεται Α και αντίστροφα, ενώ απέναντι από κάθε G βρίσκεται C και αντίστροφα. Η ποσότητα του DNA διαφέρει από οργανισμό σε οργανισμό. Το DNA περιέχει όλες τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τις λειτουργίες του οργανισμού, σε μο-

νάδες πληροφορίας που ονομάζονται γονίδια.

Τα προκαρυωτικά κύτταρα έχουν ένα κύριο κυκλικό μόριο DNA και μερικές φορές έναν αριθμό μικρότερων κυκλικών μορίων, που ονομάζονται πλασμίδια. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα το DNA κατανέμεται στον πυρήνα, στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες (φυτικά κύτταρα). Το DNA του πυρήνα κατανέμεται στον άνθρωπο σε 23 ζεύγη χρωμοσωμάτων. Τα χρωμοσώματα εμφανίζουν διαφορετικό βαθμό συσπείρωσης, ανάλογα με το στάδιο του κυτταρικού κύκλου στο οποίο τα παρατηρούμε. Τα χρωμοσώματα είναι ορατά στο οπτικό μικροσκόπιο κατά τη

μετάφαση, επειδή σε αυτό το στάδιο του κυτταρικού κύκλου εμφανίζουν τον υψηλότερο βαθμό συσπείρωσης. Στο στάδιο αυτό κάθε χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες, οι οποίες συγκρατούνται στο κεντρομερίδιο. Η απεικόνιση των χρωμοσωμάτων σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος ονομάζεται καρυότυπος. Τα μιτοχόνδρια (στους περισσότερους οργανισμούς) και οι χλωροπλάστες έχουν κυκλικά μόρια DNA, που περιέχουν πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία των οργανιδίων αυτών.

Ερωτήσεις

1. Το DNA σε δύο διαφορετικά κύτταρα ανθρώπου βρέθηκε ότι αποτελείται στο ένα από $3x10^9$ και στο άλλο από $6x10^9$ ζεύγη βάσεων. Πώς μπορεί να εξηγηθεί αυτό;

2. Με ποιον από τους τρόπους που αναφέρονται πιο κάτω συνδέεται κάθε νουκλεοτίδιο με το αμέσως επόμενό του στην πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα του DNA;
α. Η φωσφορική ομάδα του ενός με την αζωτούχο βάση του επομένου.
β. Η φωσφορική ομάδα του ενός με τη δεοξυριβόζη του επομένου.
γ. Η αζωτούχος βάση του ενός με τη δεοξυριβόζη του επομένου.

δ. Οι αζωτούχες βάσεις δύο συνεχόμενων νουκλεοτιδίων με δεσμούς υδρογόνου,
ε. Η δεοξυριβόζη του ενός με τη φωσφορική ομάδα του επομένου.
στ. Οι φωσφορικές ομάδες δύο συνεχόμενων νουκλεοτιδίων μεταξύ τους.

3. Σε ένα μόριο DNA ευκαρυωτικού κυττάρου η αδενίνη αποτελεί το 20% των αζωτούχων βάσεών του. Σε ποιες αναλογίες (%) θα βρίσκεται η κάθε μία από τις υπόλοιπες αζωτούχες βάσεις του;

4. Να αναφέρετε, συνοπτικά, τις λειτουργίες του γενετικού υλικού.

5. Οι επιστήμονες μπορούν να κατασκευάσουν ένα σύνθετο ιό που προσβάλλει βακτήρια (βακτηριοφάγος ή

φάγος) και που έχει το πρωτεϊνικό κάλυμμα του φάγου T_2 και το DNA του φάγου T_4. Όταν ο σύνθετος αυτός φάγος μολύνει ένα βακτήριο, οι απόγονοι φάγοι που θα παραχθούν θα έχουν:

α. τις πρωτεΐνες του φάγου T_2 και το DNA του φάγου T_4

β. τις πρωτεΐνες του φάγου T_4 και το DNA του φάγου T_2

γ. μείγμα του DNA και των πρωτεϊνών και των δύο φάγων

δ. τις πρωτεΐνες και το DNA του φάγου T_2

ε. τις πρωτεΐνες και το DNA του φάγου T_4.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας.

6. Τι είναι τα πλασμίδια; Να αναφέρετε δύο σημαντικά είδη γονιδίων που εντοπίζονται σε αυτά.

7. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις που αφορά τα νουκλεοσώματα είναι σωστή;
α. Κατασκευάζονται από χρωμοσώματα
β. Αποτελούνται αποκλειστικά από DNA
γ. Αποτελούνται από DNA που τυλίγεται γύρω από πρωτεΐνες (ιστόνες)
δ. Δημιουργούνται μόνο κατά την κυτταρική διαίρεση
ε. Εμφανίζονται μόνο κατά τη μεσόφαση.

8. Να τοποθετήσετε κατά μέγεθος (ανάλογα με την ποσότητα του γενετικού υλικού) από το μικρότερο στο μεγαλύτερο τα: Χρωμόσωμα, νου-

κλεοτίδιο, γονίδιο, νουκλεόσωμα. (Ένα μέσο γονίδιο έχει μήκος 1.000 ζεύγη βάσεων)

9. Στο κείμενο που ακολουθεί διαγράψτε λέξεις ή φράσεις, ώστε η πρόταση που θα παραμείνει να είναι σωστή.

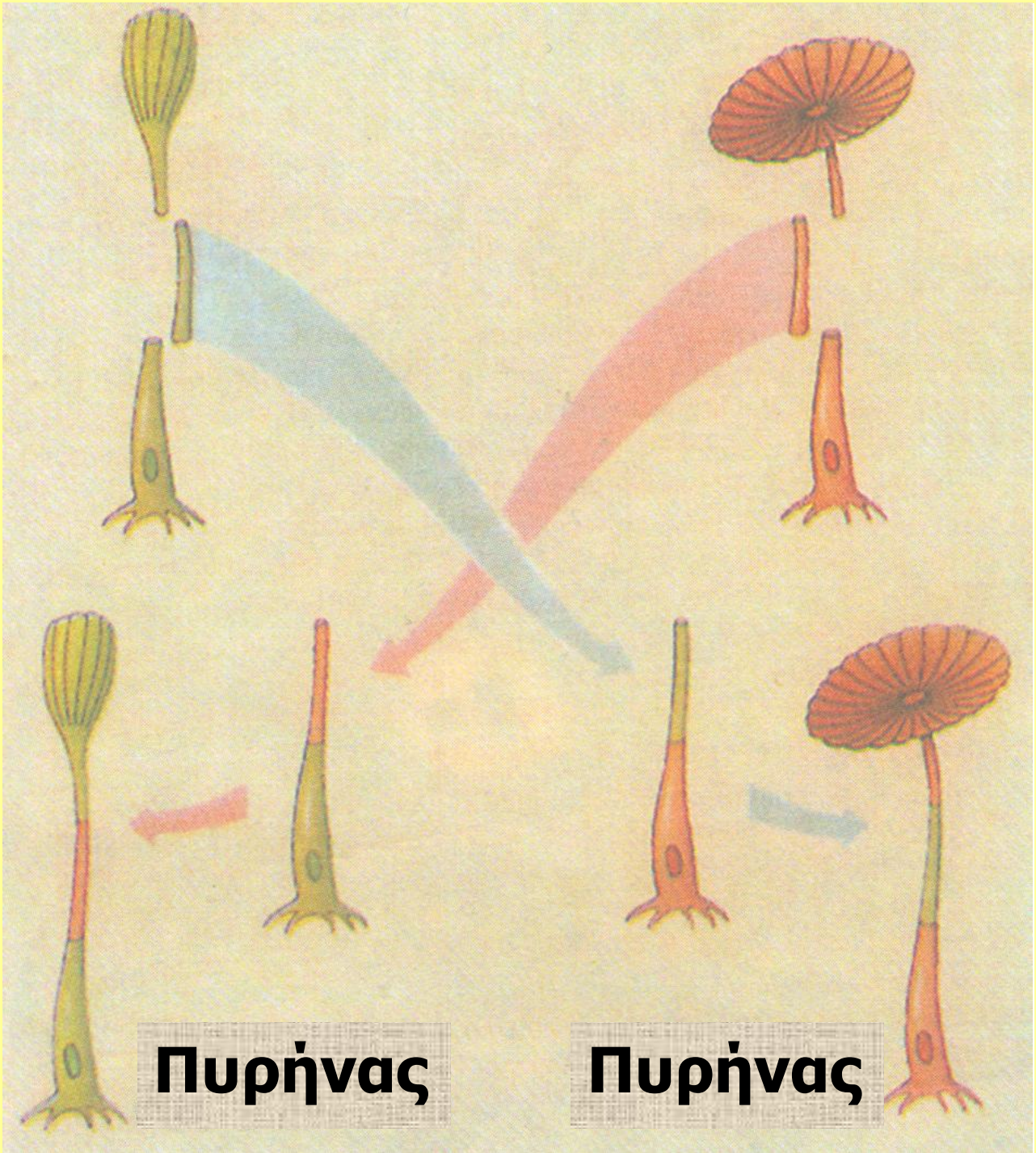
Το γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων είναι [μονόκλωνο-δίκλωνο] μόριο [DNA-RNA] συνήθως [γραμμικό-κυκλικό] και περιέχει γενετικές πληροφορίες για [όλες-μερικές από] τις λειτουργίες του.

10. Η Acetabularia είναι ένας μονοκύτταρος οργανισμός με διαφοροποιημένα τμήματα: βάση, μίσχο και καπέλο. Σε ένα πείραμα ο J.Hummering «εμφύτευσε» στη βάση του είδους Acetabularia crenulata

το μίσχο από το είδος Acetabularia mediterranea και αντίστροφα. Και στις δύο περιπτώσεις το καπέλο που σχηματίστηκε καθορίστηκε από τη βάση του οργανισμού και όχι από το μίσχο, που συνδέεται άμεσα με το καπέλο. Ποια συμπεράσματα βγαί-νουν;

Acetabularia crenulata

Acetabularia mediterranea



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 1ου ΤΟΜΟΥ

- Η Βιολογία όπως όλες οι θετικές επιστήμες χρησιμοποιεί την επιστημονική μέθοδο.. 45
- Η τύχη ευνοεί τον προετοιμασμένο νου..... 48
- Η Βιολογία στον 21ο αιώνα..... 51

1 Το γενετικό υλικό..... 59

- Το DNA είναι το γενετικό υλικό..... 61
- Το DNA αποτελείται από νουκλεοτίδια, που ενώνονται με φωσφοδιεστερικό δεσμό..... 72
- Η ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA είναι η μεγαλύτερη βιολογική ανακάλυψη του 20ού αιώνα..... 83

- Το γενετικό υλικό ελέγχει όλες τις λειτουργίες του κυττάρου..... 94
- Το γενετικό υλικό των προκαρυωτικών κυττάρων είναι ένα κυκλικό μόριο DNA..... 100
- Το γενετικό υλικό των ευκαρυωτικών οργανισμών έχει πολύπλοκη οργάνωση..... 102
- Παρατήρηση των χρωμοσωμάτων του ανθρώπου-Καρυότυπος..... 112
- Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες έχουν το δικό τους γενετικό υλικό 123
- Οι ιοί έχουν γενετικό υλικό DNA ή RNA 127
- Περίληψη 128
- Ερωτήσεις 131

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α΄).

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.