

Προηγούμενες γνώσεις που θα χρειαστώ...



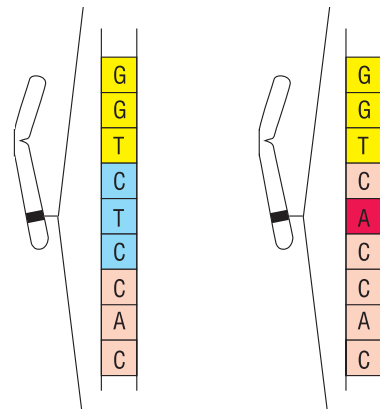
*Το περιβάλλον εμφανίζει ετερογένεια, αλλά...*



*...οι οργανισμοί προσπαθούν συνεχώς να προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους.*



*Οι οργανισμοί κληρονομούν κάποια χαρακτηριστικά από τους προγόνους τους.*



*Οι γονιδιακές μεταλλάξεις δημιουργούν αλληλόμορφα αυξάνοντας την ποικιλομορφία των οργανισμών.*

## **...καινούριες γνώσεις που θα αποκτήσω**

- Τι είναι η εξέλιξη και πώς συντελείται.
- Τι είναι τα απολιθώματα και ποιος ο ρόλος τους για τους επιστήμονες.
- Ποια βιοχημικά στοιχεία συνηγορούν υπέρ της εξέλιξης.

## 7.1 Η εξέλιξη και οι «μαρτυρίες» της

Αν παρατηρήσουμε προσεκτικά τον κόσμο που μας περιβάλλει, θα ανακαλύψουμε πολύ μεγάλη ποικιλομορφία οργανισμών. Ταυτόχρονα όμως θα ανακαλύψουμε ότι οι οργανισμοί εμφανίζουν και πολλές ομοιότητες. Για παράδειγμα, όλοι οι οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα, όλοι έχουν ανάγκη από νερό, όλα τα θηλαστικά έχουν τρίχες κ.ο.κ. Είναι φυσικό να αναρωτηθούμε πώς εμφανίστηκαν όλες αυτές οι



μορφές ζωής στη Γη, πού οφείλονται αυτές οι ομοιότητες και πώς προέκυψαν αυτές οι διαφορές.

Οι επιστήμονες σήμερα υποστηρίζουν πως όλη αυτή η ποικιλότητα οφείλεται στην **εξέλιξη**. Θεωρούν δηλαδή ότι όλες αυτές οι μορφές ζωής κατάγονται από κάποιες άλλες που υπήρχαν πριν από πολλά χρόνια και σταδιακά αντικαταστάθηκαν από νέες. Η εξέλιξη είναι τελικά μια συνεχής διαδικασία, που ξεκίνησε από τότε που εμφανίστηκε ζωή επάνω στον πλανήτη μας και συντελείται ακόμα και σήμερα.

Η θεωρία της εξέλιξης θεμελιώθηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο (Charles Darwin) τον 19ο αιώνα. Ο Δαρβίνος παρατήρησε ότι εκτός από την ποικιλομορφία μεταξύ των διαφορετικών ειδών συναντάμε και ποικιλομορφία μεταξύ των ατόμων ενός είδους. Για παράδειγμα, στο ανθρώπινο είδος συναντάμε άτομα κοντά ή ψηλά, με ανοικτό ή σκούρο χρώμα μαλλιών, παχιά ή αδύνατα κ.ά. Τα περισσότερα από αυτά τα χαρακτηριστικά οφείλονται σε γονίδια και προσδίδουν στα άτομα που τα φέρουν κάποια πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα τα οποία αφορούν την επιβίωσή τους στο περιβάλλον όπου ζουν. Έτσι, μια στενή και μεγάλη μύτη μπορεί να διευκολύνει την επιβίωση σε ένα ψυχρό κλίμα σε σχέση με μια κοντή και φαρδιά μύτη, γιατί ο αέρας που εισπνέεται θερμαίνεται, κατά τη δίοδό του από τη μεγάλη μύτη, μέχρι να φτάσει στους πνεύμονες. Ομοίως, ένα παχύ ζώο μπορεί να αντεπεξέλθει καλύτερα σε ψυχρές συνθήκες λόγω του λίπους που έχει στο σώμα του, αλλά το χαρακτηριστικό αυτό μπορεί να είναι μειονέκτημα σε ένα θερμό κλίμα. Συνεπώς, ένα χαρακτηριστικό από μόνο του συνήθως δεν μπορεί να θεωρηθεί αποκλειστικά θετικό ή αρνητικό για την επιβίωση ενός οργανισμού, αλλά πάντα σε σχέση με το περιβάλλον στο οποίο ζει.

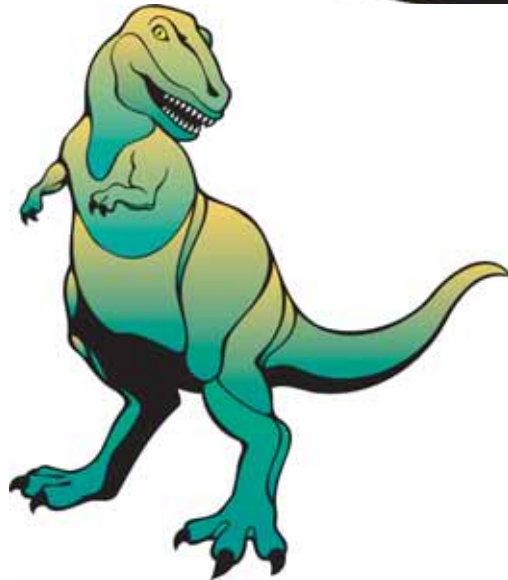
*Εικ. 7.1 Στον πλανήτη μας συναντάμε μεγάλη ποικιλομορφία οργανισμών: Από απλές μορφές ζωής, όπως είναι οι μικροοργανισμοί, που δεν μπορούμε καν να παρατηρήσουμε με γυμνό μάτι, μέχρι τους μεγαλόσωμους ελέφαντες και τις φάλαινες. Οργανισμούς που παραμένουν όλη τους τη ζωή ακίνητοι σε ένα μέρος και άλλους οι οποίοι διανύουν χιλιάδες χιλιόμετρα μέσα σε ένα μόλις χρόνο, μεταναστεύοντας από ψυχρότερες σε θερμότερες περιοχές. Οργανισμούς που κινούνται με πολλά πόδια, αλλά και ανθρώπους με τη χαρακτηριστική δίποδη βάδιση. Οργανισμούς που έρπουν, σκαρφαλώνουν, πετούν ή κολυμπούν. Αυτά είναι μερικά μόνο παραδείγματα της πολύ μεγάλης ποικιλομορφίας της ζωής.*



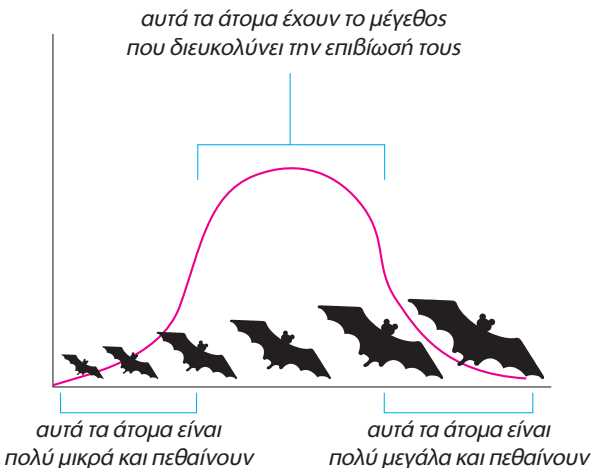
*Εικ. 7.2 Ο Κάρολος Δαρβίνος ταξιδεύοντας με το πλοίο Beagle είχε την ευκαιρία να δει ποικίλους οργανισμούς και να αναπτύξει τη θεωρία της εξέλιξης.*

Σε έναν πληθυσμό, κάποια άτομα είναι καλύτερα προσαρμοσμένα στο συγκεκριμένο περιβάλλον. Αυτά έχουν περισσότερες πιθανότητες να επιβιώσουν, αλλά και να δώσουν και τους περισσότερους απογόνους. Οι απόγονοί τους θα τους μοιάζουν, άρα θα πολλαπλασιαστούν τα άτομα με τα «ευνοϊκά» χαρακτηριστικά μέσα στον πληθυσμό. Ταυτόχρονα, θα μειώνονται τα άτομα που δεν φέρουν αυτά τα χαρακτηριστικά, αφού δεν θα είναι τόσο καλά προσαρμοσμένα στο συγκεκριμένο περιβάλλον. Με το πέρασμα του χρόνου ο πληθυσμός θα αποτελείται, όλο και περισσότερο, κυρίως από άτομα που θα φέρουν τα «ευνοϊκά» χαρακτηριστικά. Αυτή η διαδικασία της επιβίωσης του καλύτερα προσαρμοσμένου οργανισμού ονομάζεται **Φυσική Επιλογή**. Χάρη στη διαδικασία της Φυσικής Επιλογής κάθε πληθυσμός διαφοροποιείται όλο και περισσότερο. Η διαφοροποίηση αυτή μπορεί να οδηγήσει υπό ορισμένες συνθήκες μέχρι και στη δημιουργία νέων ειδών. Η ίδια διαδικασία μπορεί, βέβαια, να οδηγήσει άλλα είδη σε εξαφάνιση.

Για να δράσει η Φυσική Επιλογή, πρέπει να υπάρχει ποικιλομορφία, δηλαδή γενετική ποικιλότητα, η οποία προκαλείται κυρίως από τις μεταλλάξεις. Οι περισσότερες μεταλλάξεις είναι βλαβερές για τα άτομα που τις φέρουν. Υπάρχουν όμως και κάποιες που μπορεί να είναι και ευνοϊκές για την επιβίωση των ατόμων στο συγκεκριμένο περιβάλλον. Τα άτομα που φέρουν τις ευνοϊκές μεταλλάξεις θα λειτουργούν καλύτερα στις συνθήκες του συγκεκριμένου περιβάλλοντος και, φυσικά, θα επιβιώνουν ευκολότερα. Συνεπώς, θα μπορούν να παράγουν και περισσότερους απογόνους, οπότε θα μεταβιβάζουν σε αυτούς και το «ευνοϊκό» γονίδιο. Με το πέρασμα πάρα πολλών χρόνων τα άτομα που θα διαθέτουν το ευνοϊκό χαρακτηριστικό θα γίνονται όλο και περισσότερα στον πληθυσμό.



*Εικ. 7.3 Καθώς οι συνθήκες στη Γη μεταβάλλονται συνεχώς, κάποιοι οργανισμοί καταφέρνουν και προσαρμόζονται και κάποιοι όχι. Παράδειγμα οργανισμών που δεν κατάφεραν να προσαρμοστούν είναι οι δεινόσαυροι. Κάποτε αποτελούσαν μία από τις πιο επιτυχημένες ομάδες οργανισμών πάνω στη Γη, αλλά εξαφανίστηκαν κάτω από αδιευκρίνιστες συνθήκες. Οι υποθέσεις που κάνουμε είναι πολλές και μία από αυτές υποστηρίζει ότι δεν μπόρεσαν να προσαρμοστούν στις μεταβαλλόμενες συνθήκες.*



*Εικ. 7.4 Σε αυτό το απλό διάγραμμα φαίνεται πώς μέσω της Φυσικής Επιλογής επιβιώνουν τελικά τα καλύτερα προσαρμοσμένα άτομα. Στο διάγραμμα απεικονίζεται το πλήθος των διαφορετικού μεγέθους νυχτερίδων σε ένα οικοσύστημα. Τελικά επιβιώνουν οι νυχτερίδες που έχουν μέγεθος που διευκολύνει την επιβίωσή τους στο συγκεκριμένο περιβάλλον. Αυτό δεν είναι ούτε πολύ μεγάλο, ώστε να δυσκολεύονται να ελικθούν ανάμεσα στα δέντρα, ούτε πολύ μικρό, ώστε να κινδυνεύουν από περισσότερους εχθρούς.*

Η άμεση παρακολούθηση της εξέλιξης και η καταγραφή του σχηματισμού νέων ειδών φυτών, ζώων ή άλλων οργανισμών είναι αδύνατη, γιατί η εξέλιξη γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς. Οι επιστήμονες λοιπόν είναι αναγκασμένοι να βρίσκουν άλλους τρόπους να συγκεντρώνουν στοιχεία για τις μεταβολές της ζωής πάνω στη Γη στην πορεία των αιώνων. Από τον καιρό του Δαρβίνου, η πιο σημαντική μέθοδος ήταν η μελέτη πετρωμάτων και απολιθωμάτων. Πέρα από τα στοιχεία που μας δίνουν τα απολιθώματα, οι επιστήμονες σήμερα έχουν στη διάθεσή τους ένα μεγάλο σύνολο πληροφοριών από μελέτες στο πλαίσιο της γενετικής και της οικολογίας. Στις αρχές του 21ου αιώνα, πλέον, αποδείξεις για την εξέλιξη προέρχονται από κάθε τομέα της βιολογίας.

Τα στοιχεία που αξιοποιούν σήμερα οι επιστήμονες οι οποίοι προσπαθούν να καταγράψουν την ιστορία των οργανισμών πάνω στη Γη μπορούμε να τα διακρίνουμε σε δύο ομάδες: τα **απολιθώματα** και τις **βιοχημικές αποδείξεις**.

### Τα απολιθώματα

Συνήθως, μετά τον θάνατο ενός ζώου το σώμα του αποσυντίθεται. Στην αρχή αποσυντίθενται τα μαλακά μέρη, ενώ τα σκληρά, όπως τα οστά ή τα δόντια, αποσυντίθενται και αυτά, αλλά χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Υπάρχουν ωστόσο και φορές που δεν ακολουθείται αυτή η διαδικασία.

Για παράδειγμα, αν το νεκρό ζώο καλυφθεί από λάσπη, υπάρχει η δυνατότητα κάποια ανόργανα υλικά να αντικαταστήσουν τα σκληρά μέρη του ζώου, δίνοντας «πέτρινα ομοιώματα» των μερών αυτών (απολίθωση). Επειδή τα υλικά αυτά δεν φθείρονται εύκολα, παραμένουν αναλλοίωτα για εκατοντάδες, ακόμα και εκατομμύρια χρόνια, δίνοντας τα **απολιθώματα**. Ένα απολίθωμα μπορεί να είναι ολόκληρος οργανισμός ή και τμήματά του. Με παρόμοιο τρόπο μπορούν να απολιθωθούν και φυτικοί οργανισμοί, π.χ. δέντρα.

### Οι βιοχημικές αποδείξεις

Πέρα από τα απολιθώματα, οι ερευνητές έχουν στη διάθεσή τους και άλλα στοιχεία για να μελετήσουν την εξέλιξη των ειδών, όπως είναι κάποια βιοχημικά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από τη μελέτη των πρωτεϊνών μπορεί να διαπιστωθεί αν κάποια είδη βρίσκονται κοντά εξελικτικά ή όχι. Υπάρχουν πρωτεΐνες που επιτελούν την ίδια λειτουργία σε διαφορετικά είδη, π.χ. η αιμοσφαιρίνη στα διάφορα είδη των θηλαστικών και των πτηνών. Όσο πιο όμοιες είναι αυτές οι πρωτεΐνες, δηλαδή όσο πιο όμοια είναι η αλληλουχία των αμινοξέων τους, τόσο πιο «συγγενικά» είναι τα είδη. Συνεπώς, έχουν έναν κοινό πρόγονο που έζησε στο πολύ πρόσφατο



Εικ. 7.5 Απολιθώματα.



Εικ. 7.6 Ο μύθος του μονόφθαλμου Κύκλωπα βασίστηκε κατά πάσα πιθανότητα σε απολιθωμένα κρανία ελεφάντων, στα οποία η τρύπα της προβοσκίδας μοιάζει με μάτι. Με το πέρασμα του χρόνου αυτοί οι μύθοι έχασαν τη δύναμή τους και πλέον μελετώνται για τους συμβολισμούς τους και όχι ως αλήθειες.

παρελθόν. Αν όμως οι πρωτεΐνες τους διαφέρουν πολύ, αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να ανατρέξουμε αρκετά πίσω για να αναζητήσουμε τον κοινό τους πρόγονο.

Η βιοχημική μελέτη της εξέλιξης των ειδών έγινε πολύ αργότερα από τη μελέτη των απολιθωμάτων και ουσιαστικά συνέβαλε στην επιβεβαίωση ή στην απόρριψη των δεδομένων που μας παρείχε μέχρι τότε το αρχείο των απολιθωμάτων.



Εικ. 7.8 Αυτά τα απολιθωμένα ίχνη βοηθούν τους επιστήμονες να υπολογίσουν το μήκος του διασκελισμού των δεινοσαύρων.



Εικ. 7.7 Οι πληροφορίες που συγκεντρώνουμε από τα απολιθώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναπαραστήσουν γεγονότα που έγιναν εκατομμύρια χρόνια πριν. Μας δίνουν τη δυνατότητα να διατυπώσουμε υποθέσεις για τη συμπεριφορά ζώων που έχουν εξαφανιστεί ή να βγάλουμε συμπεράσματα για το κλίμα. Βέβαια, μέσα σε εκατομμύρια χρόνια τα απολιθώματα καταστρέφονται πολύ εύκολα, αλλά καθετί που βρίσκουμε μπορεί να συνεισφέρει στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εικόνας. Στην εικόνα παρατηρούμε κορμό απολιθωμένου δέντρου που βρέθηκε στο Απολιθωμένο Δάσος της Μυτιλήνης.



#### Ερωτήσεις

#### Προβλήματα

#### Δραστηριότητες

1. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με το γράμμα (Σ), αν είναι σωστές, ή με το γράμμα (Λ), αν είναι λανθασμένες:
  - α. Η εξέλιξη συντελείται ακόμα και σήμερα.
  - β. Η επιβίωση του καλύτερα προσαρμοσμένου ατόμου ονομάζεται Φυσική Επιλογή.
  - γ. Αν ένα άτομο είναι καλά προσαρμοσμένο σε ένα περιβάλλον, τότε το ίδιο θα ισχύει ακόμα και αν αλλάξουν οι συνθήκες του περιβάλλοντος.
  - δ. Το υλικό της Φυσικής Επιλογής το προσφέρουν οι μεταλλάξεις.
  - ε. Τα στοιχεία που έχουν στη διάθεσή τους οι επιστήμονες στην προσπάθειά τους να καταγράψουν την πορεία της εξέλιξης είναι μόνο τα απολιθώματα.
2. Τι είναι η εξέλιξη; Πότε ξεκινά και πότε σταματά;
3. Με ποιον τρόπο πιστεύουμε σήμερα ότι συντελείται η εξέλιξη;
4. Ποια η σχέση των μεταλλάξεων με την εξέλιξη;
5. Ένα άτομο στείρο είναι δυνατόν να επηρεάσει την πορεία της εξέλιξης των οργανισμών του είδους του;

## 7.2 Η εξέλιξη του ανθρώπου

Για να ανακαλύψουν οι επιστήμονες τα εξελικτικά μονοπάτια που οδήγησαν στον άνθρωπο, εξετάζουν απολιθώματα, πέτρινα εργαλεία και κάνουν ελέγχους στο DNA για να συγκρίνουν τα απολιθώματα που συνεχώς ανακαλύπτονται με τους σημερινούς ανθρώπους και πιθήκους. Κατέληξαν λοιπόν στο συμπέρασμα ότι η ιστορία της ανθρωπίνης εξέλιξης άρχισε πριν από 4.000.000 χρόνια στην ανατολική Αφρική, από μια ομάδα ζώων που ονομάζονται **Αυστραλοπίθηκοι**, που κατέληξε στον **Homo sapiens**, δηλαδή τον σημερινό άνθρωπο.

Για να κατανοήσουμε την εξέλιξη του ανθρώπου, πρέπει να κοιτάξουμε και το πώς ήταν το περιβάλλον εκείνη την εποχή. Η Αφρική, που σήμερα έχει τεράστιες ξερές πεδιάδες με σπάνια δέντρα, πριν από εκατομμύρια χρόνια καλυπτόταν από πυκνό δάσος ζούγκλα και αποτελούσε χώρο όπου ζούσαν πολλά είδη πιθήκων. Όπως και σήμερα, οι πιθήκοι ήταν εξαιρετικοί αναρριχητές, ικανοί να ξεφεύγουν από τους κινδύνους που τους απειλούσαν. Όμως, τέσσερα εκατομμύρια χρόνια πριν άρχισε να εμφανίζεται ξηρασία και η ζούγκλα έγινε πιο αραιή και μετατράπηκε σε δασώδεις εκτάσεις και λιβάδια. Τότε εμφανίστηκαν οι Αυστραλοπίθηκοι, που μπορούσαν να στέκονται όρθιοι, γεγονός που τους επέτρεπε να κινούνται γρηγορότερα και να εντοπίζουν από μακριά τον κίνδυνο. Καθώς οι εκτάσεις γίνονταν όλο και πιο ανοιχτές, οι βιότοποι των συνηθισμένων πιθήκων εξαφανίζονταν. Οι Αυστραλοπίθηκοι ωστόσο επιβίωσαν, ενδεχομένως γιατί ζούσαν σε ομάδες και συνεργάζονταν στο κυνήγι. Τυχαία κάποιοι εμφάνισαν μεγαλύτερους εγκέφαλους, ένα πιο γερό σώμα και την ικανότητα να κατασκευάζουν εργαλεία. Αυτοί πιθανόν ήταν και οι πρώτοι άνθρωποι.

Οποιαδήποτε εικόνα για την εξέλιξη του ανθρώπου είναι ασαφής κι αυτό γιατί εμπλέκονται πολλά είδη οργανισμών των οποίων βρίσκουμε μόνο θραύσματα και σπανίως πλήρη απολιθώματα. Επίσης, δεν υπάρχουν απολιθώματα των ενδιάμεσων σταδίων της εξέλιξης, μάλλον γιατί αυτές οι περιοδοί αλλαγών ήταν γρήγορες, οπότε υπήρχε μικρή πιθανότητα να απολιθωθούν οι «ενδιάμεσοι κρίκοι». Όμως η γενικότερη πορεία φαίνεται να είναι ξεκάθαρη, δείχνοντας ότι οι Αυστραλοπίθηκοι εξελίχθηκαν στους πρώτους ανθρώπους και στη συνέχεια στους σύγχρονους ανθρώπους.

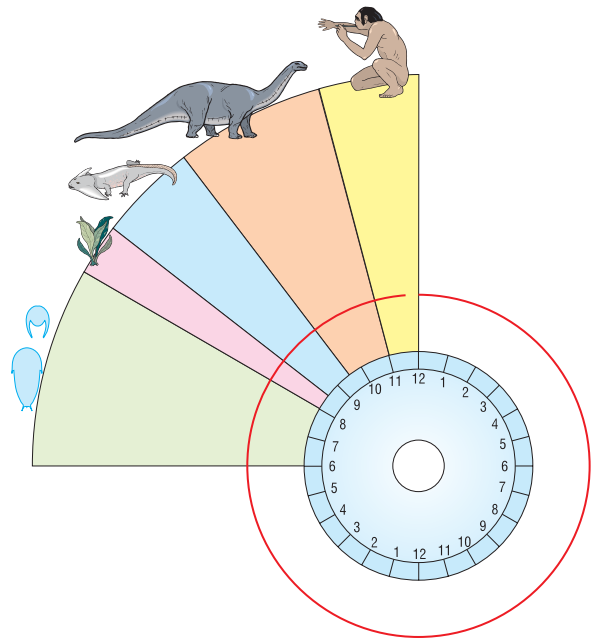
Για δύο εκατομμύρια χρόνια ο ανθρώπινος εγκέφαλος μεγάλωνε συνεχώς και η ευφυΐα του ανθρώπου αυξανόταν σταθερά. Έτσι, μετά τον Αυστραλοπίθηκο εμφανίστηκε ο **Homo habilis** και μετά ο **Homo erectus**. Ο **Homo erectus** είχε ανακαλύψει τη φωτιά και χρησιμοποιούσε εργαλεία. Μπορεί να χρησιμοποιούσε και απλές μορφές λόγου για την επικοινωνία του. Ωστόσο με την εμφάνιση του **Homo sapiens** η ανθρώπινη ευφυΐα έφτασε σε ένα τελειώς διαφορετικό επίπεδο. Οι άνθρωποι μπορούσαν πλέον να συζητούν σχετικά με αφηρημένες έννοιες, όπως το μέλλον και το παρελθόν. Μπορούσαν να χρησιμοποιούν τον λόγο για να παρηγορήσουν ο ένας τον άλλο ή για να δώσουν συμβουλές. Έφτιαχναν κοσμήματα, ανοίγοντας



Εικ. 7.9 Όταν πρωτοεμφανίστηκε στην Αφρική ο *Homo sapiens*, τα εργαλεία του ήταν απλά και η γλώσσα του πρωτόγονη. Όμως αυτοί οι άνθρωποι ήταν δραστήριοι και σε συνεχή εγρήγορση, με ενδιαφέρον να εξερευνήσουν νέους τόπους. Καθώς μετακινούνταν στην Ασία και στην Ευρώπη, έπρεπε να βασίζονται ο ένας στον άλλο για να επιβιώσουν. Το να μαθαίνουν γρήγορα ήταν πολύ σημαντικό. Πληροφορίες για την περιοχή και για τα επικίνδυνα ή χρήσιμα ζώα που κατοικούσαν σε αυτή γίνονταν πολύ γρήγορα γνωστά μεταξύ των μελών της ομάδας. Αυτές οι συνεχείς προκλήσεις και οι λύσεις των προβλημάτων που εμφανίζονταν έδωσαν, σταδιακά, γένεση στον ανθρώπινο πολιτισμό.

τρύπες σε οστά ή όστρακα, για να τα φορούν ως περιδέραια. Έφτιαχναν ζωγραφιές και σχέδια στους τοίχους των σπηλιών δημιουργώντας πολύ όμορφα έργα τέχνης, τα οποία συχνά μοιάζουν να μεταφέρουν συγκεκριμένα μηνύματα.

Με βάση τα απολιθώματα έχουμε καταλήξει πλέον στο συμπέρασμα ότι κάποτε υπήρχαν δύο ομάδες (υποείδη) ανθρώπων: ο *Homo sapiens sapiens* και ο *Homo sapiens neanderthalensis* (Νεάντερταλ). Όταν ο πρώτος (*Homo sapiens sapiens*) έφτασε στην Ευρώπη, πριν από 40.000 χρόνια, τη βρήκε να κατοικείται από τους Νεάντερταλ (*Homo sapiens neanderthalensis*). Αυτοί οι σωματώδεις άνθρωποι ήταν καλά προσαρμοσμένοι στις συνθήκες της Παγετώδους Εποχής, μιας και είχαν εμφανιστεί εκεί πολύ νωρίτερα. Η συγγένεια των Νεάντερταλ με τους σύγχρονους ανθρώπους δεν είναι ξεκάθαρη, παρ' ότι έμοιαζαν σε πολλά χαρακτηριστικά τους. Ίσως είχαν κάποιον πρόσφατο πρόγονο κοινό. Και οι δύο χρησιμοποιούσαν τη φωτιά, έθαβαν τους νεκρούς τους και επικοινωνούσαν καλά. Όμως η επικρατέστερη θεωρία υποστηρίζει ότι αμέσως μετά την εμφάνιση του *Homo sapiens sapiens* οι Νεάντερταλ εξαφανίστηκαν. Οι *Homo*



Εικ. 7.10 Για να κατανοήσουμε πόσο μικρό χρονικό διάστημα υπάρχει ο άνθρωπος στη Γη σε σχέση με άλλες μορφές ζωής, αρκεί να υποθέσουμε ότι η ιστορία της ζωής μετρά 24 ώρες. Τότε ο άνθρωπος υπάρχει στη Γη για λιγότερο από ένα λεπτό.



Εικ. 7.11 Σήμερα, όλοι οι άνθρωποι ανήκουν στο ίδιο είδος, τον *Homo sapiens*.



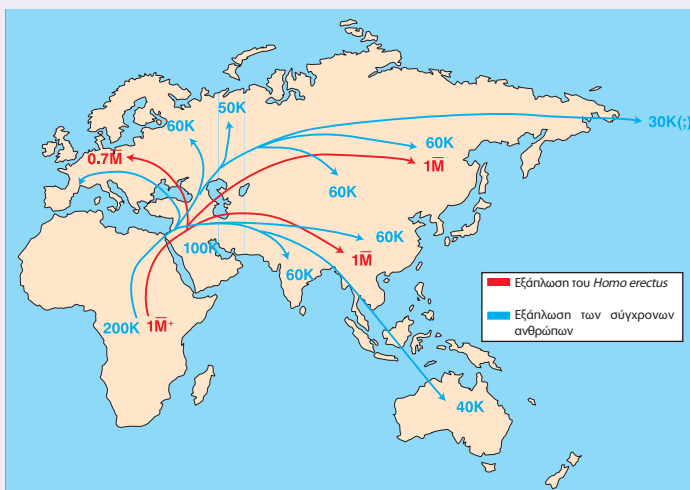
*sapiens sapiens*, παρ' όλο που δεν ήταν τόσο καλά προσαρμοσμένοι στο κρύο, επιβίωσαν, ενώ οι Νεάντερταλ εξαφανίστηκαν. Κανείς δεν γνωρίζει τον λόγο. Ίσως οι πρώτοι να ήταν καλύτεροι στην κατασκευή καταφυγίων και στην εύρεση τροφής. Σταδιακά οι Νεάντερταλ υποχώρησαν, μέχρι που εξαφανίστηκαν, και έκτοτε υπάρχει στη Γη μόνο ο *Homo sapiens sapiens*.



## Η ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΟΙ ΑΛΛΕΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

«Πέρα από την Αφρική»

Σύμφωνα με μία θεωρία, ο *Homo sapiens* εξαπλώθηκε από την Αφρική σε όλο τον κόσμο. Όπου πήγε, αντικατέστησε τους παλιότερους πληθυσμούς του *Homo erectus*. Στην Ευρώπη, οι νέοι αυτοί άνθρωποι ήρθαν σε επαφή με τους στενούς συγγενείς τους, τους Νεάντερταλ, και μάλλον επιτάχυναν την εξαφάνισή τους. Τα πρώτα απολιθώματα του *Homo sapiens* βρέθηκαν στην Αφρική και χρονολογούνται 130.000 χρόνια πριν. Επειδή τα απολιθώματά του σε άλλα μέρη του κόσμου είναι πολύ μεταγενέστερα –στην Ευρώπη έχουν ηλικία μόλις 40.000 χρόνων–, έχει διατυπωθεί η θεωρία «Πέρα από την Αφρική», η οποία υποστηρίζει ότι οι σύγχρονοι άνθρωποι εμφανίστηκαν μόνο στην ανατολική Αφρική και από εκεί μετανάστευσαν σε όλο τον κόσμο.



## ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΑΛΛΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

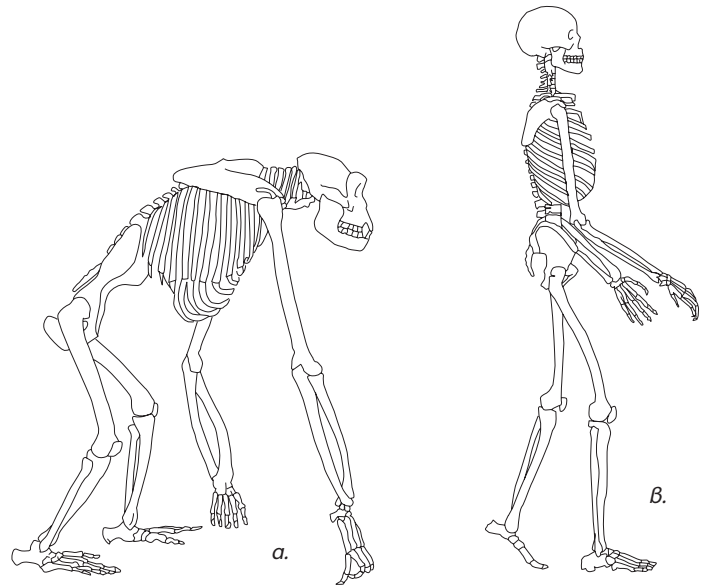
Πρώτα ο εγκέφαλος ή τα χέρια;

Οι Αυστραλοπίθηκοι είχαν εγκέφαλο με μέγεθος περίπου το ένα τρίτο του εγκεφάλου του σύγχρονου ανθρώπου. Υπάρχουν δύο θεωρίες σχετικά με την εξέλιξη του αν-



θρώπινου εγκεφάλου και των ευκίνητων δακτύλων του. Η μία υποστηρίζει ότι, καθώς τα χέρια των ατόμων αυτών ήταν ελεύθερα, μπορούσαν να κρατούν και να στρέφουν κάτι με μεγάλη ευκολία. Έτσι, η ευρύτερη χρήση τους έδωσε πολλά ερεθίσματα στον εγκέφαλο, ευνοώντας την ανάπτυξή του. Η άλλη θεωρία υποστηρίζει ότι πρώτα εξελίχθηκε ο εγκέφαλος και μετά η δεξιότητα των ανθρώπινων χεριών. Όποια θεωρία κι αν αποδεχτούμε, το γεγονός είναι ότι τα τελευταία τέσσερα εκατομμύρια χρόνια ο ανθρώπινος εγκέφαλος συνεχώς μεγαλώνει.





Εικ. 7.12 Ο άνθρωπος και οι ανθρωποειδείς πίθηκοι (χιμпанτζής, γορίλας κ.ά.) έχουν έναν κοινό πρόγονο. Οι διαφορές ανάμεσα στον άνθρωπο και στους ανθρωποειδείς πιθήκους γίνονται περισσότερο κατανοητές αν παρατηρήσουμε προσεκτικά τον σκελετό τους (α. ανθρωποειδής πίθηκος, β. άνθρωπος).



### Ερωτήσεις

### Προβλήματα

### Δραστηριότητες

1. Μία θεωρία υποστηρίζει ότι έγιναν διασταυρώσεις μεταξύ των Νεάντερταλ και των *Homo sapiens sapiens*. Στηριζόμενος σε αυτή τη θεωρία, θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί ότι τα γονίδια των Νεάντερταλ εξακολουθούν και σήμερα να υπάρχουν στους ανθρώπους του 21ου αιώνα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

2. Να συμπληρώσετε με τους κατάλληλους όρους τα κενά στο παρακάτω κείμενο:

Η ιστορία της ανθρώπινης εξέλιξης άρχισε πριν από 4.000.000 χρόνια στην ..... από μια ομάδα ζώων που ονομάζονται ..... και κατέληξε στο *Homo* ....., δηλαδή τον σημερινό άνθρωπο. Μετά τον Αυστραλοπίθηκο εμφανίστηκε ο *Homo* ..... και μετά ο *Homo* ..... Όμως, με την εμφάνιση του *Homo* ..... οι άνθρωποι μπορούσαν πλέον να συζητούν αφηρημένες έννοιες, όπως το μέλλον και το παρελθόν.

### Μικρές έρευνες και εργασίες

Η μακριά παιδική περίοδος εξυπηρετεί τη μεταβίβαση μεγάλης ποσότητας πληροφοριών χρήσιμων για την επιβίωση από τη μία γενιά στην άλλη. Να ανατρέξετε σε διάφορες πηγές για να βρείτε και άλλα ζώα που διαθέτουν μακρά παιδική περίοδο όπως ο άνθρωπος.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από τότε που δημιουργήθηκε η Γη μέχρι σήμερα, οι οργανισμοί αλλάζουν και θα αλλάζουν συνεχώς μέσα από τις διαδικασίες της εξέλιξης. Οι μαρτυρίες της εξέλιξης είναι τα απολιθώματα και οι βιοχημικές αποδείξεις. Ο Κάρολος Δαρβίνος ήταν ο πρώτος που αναφέρθηκε στην εξέλιξη και προσπάθησε να την εξηγήσει μέσα από τη Φυσική Επιλογή. Όσοι οργανισμοί είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι στις συνθήκες του περιβάλλοντος καταφέρνουν να επιβιώνουν και να αναπαράγονται. Σταδιακά, και αν οι συνθήκες δεν αλλάξουν, παρατηρείται μια αλλαγή των χαρακτηριστικών του πληθυσμού, που υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία νέων ειδών. Ο άνθρωπος αποτελεί και ο ίδιος προϊόν αυτής της εξελικτικής διαδικασίας και εμφανίστηκε στον πλανήτη μέσα από την εξέλιξη των Αυστραλοπιθήκων, η οποία έδωσε τα είδη *Homo habilis*, *Homo erectus* και *Homo sapiens*. Τα τελευταία χρόνια της εξέλιξης του ανθρώπου εμφανίστηκαν δύο υποείδη: ο *Homo sapiens neanderthalensis* και ο *Homo sapiens sapiens*. Το πρώτο εξαφανίστηκε, ενώ το δεύτερο υπάρχει ακόμα και σήμερα.



**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** εξέλιξη, Φυσική Επιλογή, ποικιλομορφία, απολιθώματα, βιοχημικές αποδείξεις, μεταλλάξεις, Αυστραλοπίθηκος, Νεάντερταλ, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens*.



Ερωτήσεις

Προβλήματα

Δραστηριότητες

ΓΙΑ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

1. Πολλοί πιστεύουν ότι τις βάσεις για τη διατύπωση της θεωρίας της εξέλιξης δεν τις έβαλε ο Δαρβίνος αλλά ο αρχαίος Έλληνας φιλόσοφος Εμπεδοκλής (495-435 π.Χ.). Αυτός πίστευε ότι από τη λάσπη δημιουργούνταν ζωή και ότι τα φυτά μετατρέπονταν σε ζώα. Για να εξηγήσει πώς έπαιρναν τη μορφή τους τα ζώα, υποστήριξε ότι τα πρώτα πλάσματα ήταν τερατόμορφα, αποτελούμενα από τυχαία μέρη σώματος. Τα περισσότερα πέθαιναν, γιατί δεν μπορούσαν να τραφούν ή να κινηθούν. Σε κάποια ζώα όμως, τα διάφορα μέλη του σώματος ήταν έτσι αναπτυγμένα, ώστε να είναι περισσότερο λειτουργικά. Αυτά τα ζώα επιβίωσαν και είναι οι πρόγονοι των σημερινών οργανισμών. Να συγκρίνετε τη θεωρία του Εμπεδοκλή με τη θεωρία του Δαρβίνου. Να αναφέρετε κοινά στοιχεία και διαφορές.
2. Προηγήθηκε η μελέτη των απολιθωμάτων ή η μελέτη των βιοχημικών δεδομένων; Ποια η σχέση των δεδομένων στις περιπτώσεις αυτές; Έρχονται σε αντίθεση ή επιβεβαιώνουν τα μεν τα δε;
3. Τα αντιβιοτικά, που είναι ουσίες με αντιμικροβιακή δράση, με το πέρασμα του χρόνου και την αλόγιστη χρήση τους έγιναν λιγότερο αποτελεσματικά έναντι των μικροβίων. Μάλιστα, η πενικιλίνη, που ανακάλυψε ο Φλέμινγκ το 1920, σήμερα έχει ελάχιστη αποτελεσματικότητα. Πώς σχετίζεται αυτό με τη Φυσική Επιλογή;

## Μικρές έρευνες και εργασίες

Συχνά γίνεται η παρανόηση ότι οι Αυστραλοπίθηκοι ζούσαν στην... Αυστραλία. Να ανατρέξετε σε πηγές και να συλλέξετε στοιχεία σχετικά με την προέλευση του ονόματός τους.

*...έΚΤΑΚΤΟ...  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ*



## ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ

Ορισμένες μορφές καρκίνου μπορούν να αποφευχθούν και η γενική κατάσταση της υγείας μπορεί να βελτιωθεί εάν υιοθετήσετε υγιεινότερο τρόπο ζωής.

1. Μην καπνίζετε. Καπνιστές, σταματήστε το κάπνισμα όσο πιο σύντομα γίνεται και μην καπνίζετε παρουσία άλλων. Εάν δεν καπνίζετε, μην κάνετε πειράματα με το κάπνισμα.
2. Εάν πίνετε αλκοολούχα ποτά, μπίρα, κρασί ή άλλο είδος, μετριάστε την κατανάλωση.
3. Αυξήστε την ημερήσια κατανάλωση λαχανικών και φρέσκων φρούτων. Να τρώτε συχνά δημητριακά με υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες.
4. Αποφύγετε το υπερβολικό βάρος, αυξήστε τη σωματική δραστηριότητα και περιορίστε την κατανάλωση λιπαρών φαγητών.
5. Αποφύγετε την υπερβολική έκθεση στον ήλιο και τα ηλιακά εγκαύματα, ιδίως στην παιδική ηλικία.
6. Εφαρμόστε αυστηρά κανόνες που στοχεύουν στην πρόληψη κάθε έκθεσης σε γνωστές καρκινογόνες ουσίες. Να ακολουθείτε όλες τις οδηγίες υγείας και ασφάλειας για ουσίες που μπορεί να είναι καρκινογόνες.

Οι περισσότερες μορφές καρκίνου μπορούν να θεραπευθούν εάν ανιχνευθούν εγκαίρως.

7. Επισκεφθείτε ένα γιατρό, μόλις παρατηρήσετε ένα εξόγκωμα, μία πληγή που δεν επουλώνεται (και στο στόμα ακόμη), μία κρεατοελιά που αλλάζει σχήμα, μέγεθος ή χρώμα, ή μία μη φυσιολογική αιμορραγία.
8. Επισκεφθείτε ένα γιατρό εάν αντιμετωπίζετε επίμονα προβλήματα, όπως επίμονο βήχα, επίμονο βρόγχο φωνής, αλλαγή στις συνήθειες του εντέρου ή της ούρησης, ή ανεξήγητη απώλεια βάρους.

Για τις γυναίκες:

9. Να κάνετε τακτικά εξέταση του τραχηλικού επιχρίσματος. Να συμμετέχετε σε οργανωμένα προγράμματα πληθυσμιακού ελέγχου για τον καρκίνο του τραχήλου της μήτρας.
10. Να ελέγχετε τακτικά το στήθος σας. Να συμμετέχετε σε οργανωμένα προγράμματα πληθυσμιακού ελέγχου για τον καρκίνο του μαστού εάν είστε άνω των 50 ετών.

## ΤΟ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

4.000.000 π.Χ.	Εμφανίζονται τα δίποδα είδη.
2.000.000 π.Χ.	Χρησιμοποιούνται λίθινα εργαλεία.
500.000 π.Χ.	Τιθασεύεται η φωτιά.
200.000 π.Χ.	Εμφανίζεται ο <i>Homo sapiens neanderthalensis</i> .
30.000 π.Χ.	Επικρατεί ο <i>Homo sapiens sapiens</i> .
12.000 π.Χ.	Εξημερώνονται τα ζώα.
8000 π.Χ.	Εμφανίζεται η γεωργία.
7000 π.Χ.	Χρησιμοποιούνται κεραμικά.
6000 π.Χ.	Χρησιμοποιούνται λινά νήματα για την κατασκευή δικτυών.
5000 π.Χ.	Χρησιμοποιείται η άρδευση. Δημιουργούνται κλίμακες μέτρησης.
3500 π.Χ.	Εμφανίζεται η γραφή.
2000 π.Χ.	Δαμάζεται το άλογο.
1800 π.Χ.	Ανακαλύπτονται χρήσεις της ζύμωσης.
1550 π.Χ.	Συντάσσεται η παλαιότερη περιγραφή θεραπευτικών μεθόδων, που διασώζεται μέχρι σήμερα (αιγυπτιακός πάπυρος Έμπερς).
1500 π.Χ.	Εμφανίζεται το αλφάβητο.
1375 π.Χ.	Υιοθετείται ο μονοθεϊσμός.
700 π.Χ.	Δημιουργείται ο πρώτος ζωολογικός και βοτανικός κήπος στην αυλή του Ασσύριου βασιλιά Σναχερίμπ.
640 π.Χ.	Ιδρύεται η πρώτη βιβλιοθήκη στη Νινευί.
500 π.Χ.	Πραγματοποιείται η πρώτη νεκροτομία σε ανθρώπινο σώμα.
420 π.Χ.	Αναζητείται η φυσική θεραπεία της επιληψίας.
350 π.Χ.	Ταξινομούνται τα ζώα από τον Αριστοτέλη.
320 π.Χ.	Γράφεται το πρώτο συστηματικό σύγγραμμα βοτανικής από τον Θεόφραστο.
300 π.Χ.	Διακρίνονται οι αρτηρίες και οι φλέβες από τον γιατρό Πραξαγόρα.
280 π.Χ.	Περιγράφονται μέρη του εγκεφάλου από τον Ηρόφιλο.
180	Μελετάται η λειτουργία του νωτιαίου μυελού από τον Γαλννό.
750	Μελετάται το οξικό οξύ.
1300	Ανακαλύπτεται το θειικό οξύ και παρασκευάζεται απεσταγμένο ποτό (μπράντι).
1316	Εκδίδεται το πρώτο σύγγραμμα που ήταν αφιερωμένο στην ανατομία από τον Ιταλό Μοντίνο ντε Λούτσι (Mondino de Luzzi).
1495	Εμφανίζεται το πρώτο κρούσμα σύφιλης.
1543	Κυκλοφορεί εικονογραφημένο βιβλίο ανατομίας του ανθρώπου.
1552	Περιγράφεται η ευσταχιανή σάλπιγγα.
1555	Περιγράφονται ομοιότητες στους σκελετούς σπονδυλωτών.
1556	Εισάγεται ο καπνός στην Ευρώπη.
1590	Εφευρίσκεται το μικροσκόπιο από τον Ολλανδό οπτικό Ζαχαρία Γιάνσεν (Zacharias Janssen).
1603	Μελετώνται οι φλεβικές βαλβίδες.
1614	Μελετάται ο ανθρώπινος μεταβολισμός.
1620	Περιγράφεται η επιστημονική μέθοδος από τον Άγγλο φιλόσοφο Φράνσις Μπέικον (F. Bacon).
1627	Πεθαίνει στην Πολωνία ο τελευταίος βους ο πρωτογενής.
1628	Δημοσιεύονται οι αρχές της κυκλοφορίας του αίματος και τίθενται τα θεμέλια της φυσιολογίας από τον Άγγλο Γουίλιαμ Χάρβεϊ.

1653	Ανακαλύπτονται τα λεμφαγγεία.
1658	Ανακαλύπτονται τα ερυθρά αιμοσφαίρια.
1660	Ανακαλύπτονται τα τριχοειδή αγγεία.
1665	Παρατηρήθηκαν από τον Άγγλο φυσικό Ρόμπερτ Χουκ (R. Hook) ορθογώνιες οπές σε τομή φελλού, που ονομάστηκαν κύτταρα (από τη λέξη «κύτταρος», που σημαίνει κυψέλη της κηρήθρας).
1668	Αποδεικνύεται, από τον Ιταλό Φραντσέσκο Ρέντι (F. Redi), ότι είναι αδύνατη η αβιογένεση.
1669	Υποστηρίζεται ότι τα απολιθώματα είναι λείψανα των οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν.
1670	Αναγνωρίζονται τα συμπτώματα του διαβήτη.
1676	Παρατηρούνται μικροοργανισμοί στο μικροσκόπιο από τον Δανό Άντονι Βαν Λέβενχουκ (Antony van Leeuwenhoek).
1681	Πεθαίνει στη νήσο του Μαυρίκιου, στον Ινδικό ωκεανό, η τελευταία διδώ, ένα είδος περιστεριού, μεγαλύτερο από γαλοπούλα, που είχε τεράστιο ράμφος και δεν πετούσε.
1682	Περιγράφεται η αμφιγονία στα φυτά.
1683	Ανακαλύπτονται τα βακτήρια από τον Δανό Άντονι Βαν Λέβενχουκ.
1686	Δημοσιεύεται η πρώτη σύγχρονη ταξινόμηση των φυτών από τον Άγγλο Τζον Ρέι (John Ray).
1691	Δημοσιεύεται η πρώτη σύγχρονη ταξινόμηση των ζώων από τον Άγγλο Τζον Ρέι. Η ταξινόμηση αυτή στηριζόταν στις οπλές, στα δόντια και στα δάχτυλα των ζώων.
1713	Οι Βρετανοί δοκιμάζουν για πρώτη φορά το εμβόλιο κατά της ευλογιάς μετά από πληροφορίες της Βρετανίδας ποιήτριας Μαίρη Μόνταγκιου (Mary Montagu) ότι η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στην Τουρκία.
1740	Παρατηρείται από τον Ελβετό Αβραάμ Τραμπλέ (Abraham Trembley) η ύδρα, ένα πρωτόγονο ζώο που μοιάζει με φυτό.
1748	Μελετάται το φαινόμενο της ώσμωσης.
1763	Μελετάται η επικοινωνία.
1773	Αναγνωρίζονται τα σπειρύλλια και οι βάκιλοι.
1779	Περιγράφεται η διαδικασία της φωτοσύνθεσης.
1795	Ανακαλύπτεται η τεχνική κονσερβοποίησης των τροφών.
1796	Με τον δαμαλισμό, από τον γιατρό Έντουαρντ Τζένερ (Edward Jenner), τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της ανοσολογίας.
1806	Ανακαλύπτεται το πρώτο αμινοξύ, η ασπαραγίνη.
1809	Υποστηρίζεται από τον Λαμάρκ ότι υπάρχουν χαρακτηριστικά που κληρονομούνται.
1817	Απομονώνεται η χλωροφύλλη.
1827	Οι ουσίες στις τροφές ταξινομούνται σε υδατάνθρακες, λίπη και πρωτεΐνες.
1834	Ανακαλύπτεται η κυτταρίνη.
1837	Η χλωροφύλλη συνδέεται με τη φωτοσύνθεση.
1838	Διατυπώνεται (από τους Σλάιντεν και Σβαν) η κυτταρική θεωρία: Όλοι οι ζώντες φυτικοί και ζωικοί ιστοί αποτελούνται από κύτταρα.
1849	Αποδεικνύεται ότι οι νευρικές ίνες είναι εκφύσεις κυττάρων.
1856	Ανακαλύπτονται λείψανα του ανθρώπου του Νεάντερταλ. Αναπτύσσεται η τεχνική της παστερίωσης.
1858	Δημοσιεύεται από τον Δαρβίνο η θεωρία της εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής.

1860	Αποδεικνύεται οριστικά από τον Παστέρ ότι είναι αδύνατη η αβιογένεση.
1863	Περιγράφονται χαρακτηριστικά του φαινομένου του θερμοκηπίου.
1865	Δημοσιοποιούνται οι νόμοι του Μέντελ.
1868	Ανακαλύπτεται ζωή σε μεγάλα βάθη των ωκεανών.
1870	Ο Δαρβίνος εκδίδει το βιβλίο «The descent of man» (Η καταγωγή του ανθρώπου). Έρχονται στο φως τα ερείπια της Τροίας.
1872	Ο Γερμανός βοτανολόγος Φέρντιναντ Κον (Ferdinand Julius Cohn) θέτει τα θεμέλια της βακτηριολογίας. Ανακαλύπτεται το Έπος του Γιλγαμές.
1882	Ο Γερμανός ανατόμος Βάλτερ Φλέμινγκ (Walther Flemming), μετά από χρώση, παρατήρησε στον πυρήνα μια ουσία, που την ονόμασε χρωματίνη, και τη διαδικασία της κυτταρικής διαίρεσης, που ονόμασε μίτωση από την ελληνική λέξη «μίτος», που σημαίνει νήμα.
1883	Ο Βέλγος κυτταρολόγος Έντουαρντ Βαν Μπένεντεν (Edouard van Beneden) παρατηρεί τη μείωση και τον σχηματισμό γαμετών. Προσδιορίζεται η λειτουργία των φαγοκυττάρων. Υποστηρίζεται η θεωρία της ευγονικής.
1888	Ο Γερμανός Χάινριχ φον Βάλνταγιερ-Χαρτς δίνει το όνομα «χρωμοσώματα» στα μικρά νήματα που παρατηρεί κατά τη μίτωση.
1898	Παρατηρούνται τα μιτοχόνδρια. Ανακαλύπτεται διπθητός ιός.
1900	Αρχίζει να διαμορφώνεται η έννοια της μετάλλαξης. Διακρίνονται οι ομάδες αίματος A, B, AB, 0. Ανακαλύπτονται τα ερείπια της Κνωσού.
1902	Συσχετίζονται, από τον Αμερικανό γενετιστή Γουόλτερ Σάτον (Walter Sutton), τα χρωμοσώματα με γενετικούς παράγοντες. Εφαρμόζονται οι νόμοι της γενετικής στα ζώα.
1904	Χρησιμοποιείται οργανικός ιχνηθέτης.
1907	Προσδιορίζεται η μοριακή δομή των πρωτεϊνών. Χρησιμοποιούνται δροσόφιλες για τη μελέτη της κληρονομικότητας.
1909	Εισάγεται ο όρος «γονίδιο». Μελετώνται τα φυλοσύνδετα χαρακτηριστικά.
1911	Παρουσιάζεται ο πρώτος χρωμοσωμικός χάρτης (συχνότητα διαχωρισμού γονιδίων με επιχiasμό). Ταυτοποιείται ογκογόνος ιός.
1915	Απομονώνονται βακτηριοφάγοι.
1918	Χρησιμοποιούνται ραδιενεργοί ιχνηθέτες. Μελετάται η ανάπτυξη του εμβρύου.
1927	Προκαλείται μετάλλαξη στη δροσόφιλα με χρήση ακτίνων Χ.
1928	Ανακαλύπτεται η πενικιλίνη από τον Σκότο Βακτηριολόγο, που το 1922 είχε ανακαλύψει τη λυσοζύμη, Αλέξανδρο Φλέμινγκ.
1929	Αναγνωρίζεται η δεοξυριβόζη.
1931	Προσδιορίζεται το μέγεθος των ιών. Καλλιεργούνται ιοί μέσα σε αυγά όρνιθας. Ο Γερμανός μηχανικός Ερνστ Ρούσκα (Ernst Ruska) κατασκευάζει το πρώτο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.
1937	Αναπτύσσεται η τεχνική της ηλεκτροφόρησης. Εφευρίσκεται το μικροσκόπιο εκπομπής πεδίου. Διαπιστώνεται η ύπαρξη ριβονουκλεϊκού οξέος σε ιό. Ανακαλύπτεται ο κύκλος του κυτταρικού οξέος. Η μετάλλαξη συνδέεται με την εξέλιξη από τον Θεοδόσιο Ντομπζάνσκι (Theodosius Dobzhansky) στο βιβλίο «Η γενετική και η προέλευση των ειδών».
1941	Ο γενετιστής Τζ. Μπιντλ (G. Beadle) και ο βιοχημικός Λ. Τάτουμ (Lawrie Tatum) αποδεικνύουν τη λειτουργία του γονιδίου. Βραβεύονται με Νόμπελ το 1958.
1944	Από τους Ο. Άβερι (Avery), Κ. Μακλέοντ (McLeod) και Μ. Μακάρτι (McCarty) αναγνωρίζεται το DNA ως το γενετικό υλικό.
1945	Αποδεικνύονται οι μεταλλάξεις των ιών.



1950	Ανακαλύπτεται το ενδοπλασματικό δίκτυο.
1952	Πραγματοποιούνται μελέτες του DNA με περιθλαση των ακτίνων Χ.
1953	Επισημαίνεται η διπλή έλικα ως δομή του DNA από τους Γουάτσον και Κρικ (Νόμπελ 1962).
1954	Αρχίζει να χρησιμοποιείται το εμβόλιο κατά της πολιομυελίτιδας. Πραγματοποιείται η πρώτη μεταμόσχευση νεφρού. Απομονώνονται χλωροπλάστες. Συλλαμβάνεται η έννοια του πολυνουκλεοτιδικού γενετικού κώδικα.
1956	Διαπιστώνεται ότι τα ριβοσώματα είναι το σημείο παρασκευής των πρωτεϊνών. Ανακαλύπτεται το mRNA.
1961	Αποκωδικοποιείται ο γενετικός κώδικας. Υποστηρίζεται η ύπαρξη γονιδιακών ρυθμιστών από τους βιολόγους Ζακόμπ και Μονό, οι οποίοι βραβεύονται με Νόμπελ το 1965.
1964	Προσδιορίζεται η δομή του tRNA.
1965	Επιτυγχάνεται η σύνθεση πρωτεϊνών από τον Ρόμπερτ Μέριφιλντ (ινσουλίνη) και τον Ντέιβιντ Φίλιπς (λυσοζύμη).
1967	Παράγονται κλώνοι σπονδυλωτών.
1970	Αναπτύσσεται η τεχνική του ανασυνδυασμένου DNA από τους Χάμιλτον Σμιθ και Ντάνιελ Νάθανς (Νόμπελ 1978). Κατασκευάζεται το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Εντοπίζεται η αντίστροφη μεταγραφάση από τους Χ. Τέμιν και Ν. Μπάλτιμορ (Νόμπελ 1975).
1974	Έρχονται στο φως τα λείψανα της Λούσι ( <i>Australopithecus afarensis</i> ).
1976	Συνθετικό γονίδιο τοποθετείται σε ζωντανό κύτταρο.
1977	Στη Σομαλία καταγράφεται το τελευταίο κρούσμα ευλογιάς. Στο Σαν Φρανσίσκο των ΗΠΑ αναφέρεται το πρώτο περιστατικό AIDS.
1978	Μελετώνται τα ογκογονίδια. Προσδιορίζεται η δομή όλων των γονιδίων του ιού SV40. Γεννιέται το πρώτο παιδί του σωλήνα.
1982	Εγκρίνεται το πρώτο φάρμακο (ανθρώπινη ινσουλίνη από βακτήρια) που έχει παραχθεί με μεθόδους γενετικής μηχανικής.
1983	Ο βιοχημικός Κ. Μούλις συλλαμβάνει την ιδέα της αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης (PCR).
1984	Η ανάλυση DNA εφαρμόζεται για τη διερεύνηση της εξέλιξης του ανθρώπου. Οι βιολόγοι Τόμας Ρόμπερτ Τσεχ και Σίντι Άλτμαν απέδειξαν τη λειτουργία του ριβόζυμου (βακτηριακό RNA που δρα ως ένζυμο και ανασυντίθεται μόνο του).
1985	Εντοπίζεται τρύπα στη στιβάδα του όζοντος. Χρησιμοποιούνται, σε εγκληματολογική έρευνα, μοναδικές αλληλουχίες DNA για την πιστοποίηση της ταυτότητας ατόμων.
1986	Εγκρίνεται το εμβόλιο για την ηπατίτιδα Β, το οποίο παρασκευάστηκε με μεθόδους γενετικής μηχανικής.
1988	Επιδεινώνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
1990	Οι Αμερικανοί γενετιστές Μάικλ Μπλεξ και Φρεντς Άντερσον εφαρμόζουν επιτυχώς γονιδιακή θεραπεία σε κορίτσι τεσσάρων ετών που πάσχει από γενετική ανωμαλία του ανοσοποιητικού συστήματος (ADA). Επίσημη έναρξη του διεθνούς Προγράμματος Ανθρώπινου Γονιδιώματος.
1991	Η Μαίρη Κλαίρη Κινγκ εντοπίζει, στο χρωμόσωμα 17, γονίδιο που προκαλεί την κληρονομούμενη μορφή καρκίνου του μαστού.
1993	Κλωνοποιούνται ανθρώπινα έμβρυα και αναπτύσσονται για λίγες μέρες σε τρυβλία Πετρί.

<b>1997</b>	Επιστήμονες με επικεφαλής τον Γιαν Γουίλμουτ, στο Ινστιτούτο Ρόσλιν της Σκωτίας, δημιουργούν με κλωνοποίηση ένα πρόβατο, την Ντόλι.
<b>1998</b>	Δημιουργούνται, στο Πανεπιστήμιο της Χαβάης, τρεις γενιές κλωνοποιημένων ποντικών και, σε Πανεπιστήμιο της Ιαπωνίας, έξι μοσχάρια από κύτταρα αγελάδας.
<b>2001</b>	Ολοκληρώνεται η χαρτογράφηση του ανθρώπινου γονιδιώματος.

## ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ

**Αλλεργία:** η υπερβολική αντίδραση του οργανισμού σε ένα αντιγόνο που έρχεται σε επαφή με το δέρμα ή εισέρχεται στο σώμα διαμέσου της αναπνευστικής ή της πεπτικής οδού και που, υπό φυσιολογικές συνθήκες, είναι αβλαβές.

**Αλληλόμορφα γονίδια:** τα γονίδια που καθορίζουν το ίδιο χαρακτηριστικό ενός οργανισμού και βρίσκονται σε αντίστοιχες θέσεις των ομόλογων χρωμοσωμάτων.

**Αναβολισμός:** το σύνολο των χημικών αντιδράσεων ενός οργανισμού κατά τις οποίες γίνεται σύνθεση ουσιών.

**Ανασυνδυασμένο DNA:** το DNA που προκύπτει όταν γενετικό υλικό από έναν οργανισμό μεταφερθεί τεχνητά στο γενετικό υλικό ενός άλλου οργανισμού.

**Ανοσία:** ικανότητα που αποκτά ένας οργανισμός να μη νοσεί από κάποιον παθογόνο μικροοργανισμό και αποκτάται μετά από εμβολιασμό ή μόλυνση από τον συγκεκριμένο μικροοργανισμό. Ουσιαστικά, το σώμα έχει παραγάγει ειδικά «κύτταρα μνήμης» και μπορεί να παραγάγει πολύ γρήγορα και σε πολύ μεγάλη ποσότητα αντισώματα, ώστε τελικά ο μικροοργανισμός να καταστρέφεται τις περισσότερες φορές πριν καν εμφανίσουμε κάποια συμπτώματα της ασθένειας.

**Ανοσολογική απόκριση:** αντίδραση του οργανισμού μας όταν ένα αντιγόνο εισέλθει στο αίμα μας, η οποία καταλήγει στην παραγωγή αντισωμάτων και «κυττάρων μνήμης».

**Αντιγόνο:** οποιοσδήποτε παράγοντας (μικροοργανισμός, ουσία κτλ.) ξένος προς τον οργανισμό μας που, όταν εισέρχεται σε αυτόν, προκαλεί ανοσολογική απόκριση.

**Αντιγραφή:** η διαδικασία με την οποία από ένα μόριο DNA παράγονται δύο ακριβή αντίγραφα.

**Αντίσωμα:** ουσία πρωτεϊνικής φύσης που παράγεται από ειδικά λευκοκύτταρα του οργανισμού μας μετά από την είσοδο σε αυτόν ενός αντιγόνου.

**Απλοειδές κύτταρο:** αυτό που τα χρωμοσώματά του αντιπροσωπεύονται μία φορά.

**Αποικοδομητής:** ετερότροφος οργανισμός που προμηθεύεται ενέργεια από τη διάσπαση οργανικής ύλης, η οποία περιέχεται σε νεκρούς οργανισμούς, τμήματα και απορρίμμάτα τους, σε ανόργανη.

**Απολίθωμα:** απομεινάρια ή ίχνη οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν και έχουν πετροποιηθεί ή έχουν εγκλειστεί και διατηρηθεί μέχρι σήμερα σε πάγους ή κεχριμπάρι.

**Ασθένεια:** η διαταραχή της ομοιόστασης ενός οργανισμού.

**Αυστραλοπίθηκος:** ζωικός οργανισμός ο οποίος δεν υπάρχει σήμερα και από τον οποίο πιστεύεται ότι εξελίχθηκαν οι άνθρωποι.

**Αυτοσωμικά χρωμοσώματα:** όλα τα χρωμοσώματα ενός οργανισμού, εκτός από αυτά που καθορίζουν το φύλο (φυλετικά).

**Αυτότροφος οργανισμός:** οποιοσδήποτε οργανισμός μπορεί να συνθέσει μόνος την τροφή του, αξιοποιώντας ύλη και ενέργεια του άβιου περιβάλλοντος.

**Βακτήριο:** προκαρυωτικός μονοκύτταρος οργανισμός.

**Βιοηθική:** το σύνολο των ηθικών προβληματισμών που έχουν ανακύψει από τη ραγδαία πρόοδο της βιοτεχνολογίας.

**Βιοκοινότητα:** οι πληθυσμοί διαφορετικών οργανισμών που κατοικούν στον ίδιο βιότοπο και συνδέονται με διάφορες σχέσεις.

**Βιοτεχνολογία:** επιστημονικός κλάδος της βιολογίας που ασχολείται με τη χρήση οργανισμών, βιολογικών συστημάτων ή διαδικασιών για την παραγωγή ενός προϊόντος ή για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου σκοπού.

**Βιότοπος:** ο τόπος όπου ζει κάποιος οργανισμός.

**Γενετική μηχανική:** η επιστήμη που ασχολείται με τροποποιήσεις του γενετικού υλικού.

**Γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί:** αυτοί που δημιουργούνται από γενετική μηχανική.

**Γονίδιο:** κάθε τμήμα του μορίου DNA που έχει τη δυνατότητα να μεταγραφεί. Τα περισσότερα γο-

νίδια περιέχουν την πληροφορία για τη σύνθεση μιας πρωτεΐνης. Το γονίδιο αποτελεί τη στοιχειώδη φυσική και λειτουργική μονάδα της κληρονομικότητας που μεταβιβάζεται από τους γονείς στα παιδιά τους.

**Γονότυπος:** το σύνολο των γονιδίων ενός οργανισμού.

**Διαφοροποίηση:** η διαδικασία κατά την οποία από ένα αρχικό κύτταρο (ζυγωτό) ενός πολυκύτταρου οργανισμού προκύπτουν σταδιακά πολλά κύτταρα που ανήκουν σε διαφορετικούς ιστούς και, αν και έχουν το ίδιο γενετικό υλικό, επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες.

**Διπλοειδές κύτταρο:** αυτό που έχει τα χρωμοσώματά του σε ζεύγη (ομόλογα).

**Εθισμός:** ψυχοσωματική κατάσταση που δημιουργεί μια όλο και λιγότερο ελεγχόμενη επιθυμία να χρησιμοποιήσει ο χρήστης την ουσία στην οποία είναι εθισμένος.

**Είδος:** σύνολο οργανισμών με όμοια ανατομικά και λειτουργικά γνωρίσματα που αναπαράγονται μεταξύ τους και δίνουν γόνιμους απογόνους.

**Εμβολιασμός:** η τεχνητή πρόκληση ανοσίας.

**Εμβόλιο:** ο παράγοντας με τον οποίο καταφέρνουμε να προκαλέσουμε τεχνητή ανοσία.

**Ενδόθερμη αντίδραση:** χημική αντίδραση κατά την οποία απορροφάται ενέργεια.

**Ενδοπλασματικό δίκτυο:** ενιαίο δίκτυο αγωγών και κύστεων μέσα στο κυτταρόπλασμα ενός ευκαρυωτικού κυττάρου, με το οποίο εξασφαλίζεται η μεταφορά ουσιών σε όλα τα μέρη του κυττάρου.

**Ενδοσπόριο:** ανθεκτική μορφή στην οποία μετατρέπεται ένα βακτήριο όταν βρεθεί σε αντίξοες συνθήκες και από την οποία θα προκύψει ένα βακτήριο όταν οι συνθήκες γίνουν πάλι ευνοϊκές.

**Ενεργό κέντρο ενζύμου:** ειδική περιοχή ενός ενζύμου όπου δεσμεύονται τα αντιδρώντα της χημικής αντίδρασης που καταλύει.

**Ένζυμο:** βιοκαταλύτης πρωτεϊνικής φύσης.

**Εξέλιξη:** η διαδικασία σταδιακής μεταβολής των οργανισμών της Γης.

**Εξώθερμη αντίδραση:** χημική αντίδραση κατά την οποία εκλύεται ενέργεια.

**Επιδημία:** η προσβολή μεγάλου αριθμού ατόμων από μία ασθένεια.

**Επικρατές γονίδιο:** το αλληλόμορφο που εκφράζεται και σε ετερόζυγη κατάσταση.

**Επίκτητο χαρακτηριστικό:** αυτό που δεν έχει κληρονομηθεί, αλλά οφείλεται στην επίδραση του περιβάλλοντος.

**Επάση:** ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που ένας παθογόνος μικροοργανισμός εισβάλλει σε έναν οργανισμό μέχρι την εμφάνιση των πρώτων συμπτωμάτων της ασθένειας.

**Ετερόζυγος οργανισμός:** αυτός που για τη συγκεκριμένη ιδιότητα φέρει δύο διαφορετικά αλληλόμορφα.

**Ετερότροφος:** ο οργανισμός που δεν έχει τη δυνατότητα να μετατρέψει την ανόργανη ύλη σε οργανική και να παραγάγει μόνος του την τροφή του.

**Ευτροφισμός:** υπερβολική ανάπτυξη φυτικών οργανισμών σε λίμνες ή σε κλειστές θάλασσες (εξαιτίας της αυξημένης ποσότητας θρεπτικών ουσιών που προέρχονται από απόβλητα, λιπάσματα κτλ.), η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των αποικοδομητών και τη μείωση των ζωικών οργανισμών.

**Ιός:** ακυτταρική, μη αυτοτελής μορφή ζωής, που εκδηλώνει το φαινόμενο της ζωής μόνο στο εσωτερικό ενός κυττάρου-ξενιστή.

**Ιστός:** σύνολο κυττάρων ενός πολυκύτταρου οργανισμού που έχουν παρόμοιο σχήμα και έχουν εξειδικευτεί για την επιτέλεση μιας συγκεκριμένης λειτουργίας.

**Καταβολισμός:** το σύνολο των χημικών αντιδράσεων ενός οργανισμού κατά τις οποίες γίνεται διάσπαση ουσιών.

**Καταναλωτής:** ο οργανισμός που τρέφεται με άλλους οργανισμούς.

**Κενοτόπιο:** κυστίδιο του κυττάρου που περιέχει ένα υδατώδες υγρό.

**Κεντρομερίδιο:** το σημείο δέσμευσης των δύο χρωματίδων ενός χρωμοσώματος.

**Κυτταρικό τοίχωμα:** τοίχωμα που περιβάλλει την πλασματική μεμβράνη ενός φυτικού ή ενός προκαρυωτικού κυττάρου.

**Κύτταρο:** η δομική και λειτουργική μονάδα της ζωής.

**Κυτταρόπλασμα:** ο χώρος μεταξύ πυρήνα και κυτταροπλάσματος στο ευκαρυωτικό κύτταρο και ο χώρος που καλύπτει το εσωτερικό του προκαρυωτικού κυττάρου.

**Λιπίδια:** κατηγορία βιομορίων που είναι χρήσιμα κυρίως ως αποθήκες ενέργειας και ως δομικά συστατικά των μεμβρανών του κυττάρου.

**Λυσόσωμα:** οργανίδιο με σφαιρικό σχήμα που περιέχει ένζυμα, τα οποία συντελούν στην πέψη μεγαλύτερων ή μικροοργανισμών.

**Μείωση:** κυτταρική διαίρεση κατά την οποία γίνεται μείωση του αριθμού των χρωμοσωμάτων στο μισό.

**Μεταβολισμός:** το σύνολο των χημικών αντιδράσεων που γίνονται σε έναν οργανισμό. Αποτελείται από τον αναβολισμό και τον καταβολισμό.

**Μεταγραφή:** διαδικασία κατά την οποία η γενετική πληροφορία που υπάρχει στο DNA μεταφέρεται σε ένα μόριο RNA.

**Μετάλλαξη:** κληρονομήσιμη αλλαγή του γενετικού υλικού.

**Μετάφραση:** διαδικασία κατά την οποία γίνεται η σύνθεση πρωτεϊνών (πολυπεπτιδικών αλυσίδων) σύμφωνα με την πληροφορία που περιέχεται σε ένα μόριο mRNA.

**Μιτοχόνδριο:** κυτταρικό οργανίδιο που περιβάλλεται από διπλή μεμβράνη και στο οποίο ολοκληρώνεται η κυτταρική αναπνοή.

**Μίτωση:** κυτταρική διαίρεση κατά την οποία παράγονται δύο νέα κύτταρα όμοια μεταξύ τους και με το αρχικό κύτταρο από το οποίο προήλθαν.

**Μόλυνση:** η είσοδος ενός παθογόνου μικροοργανισμού σε έναν οργανισμό.

**Νουκλεϊκά οξέα:** βιολογικά μακρομόρια που συμμετέχουν στη μεταφορά και στην έκφραση της γενετικής πληροφορίας.

**Ξενοστής:** οργανισμός που παρασιτείται από ένα μικροοργανισμό.

**Οικοσύστημα:** οι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες μιας περιοχής και οι μεταξύ τους σχέσεις.

**Ομόζυγος οργανισμός:** αυτός που φέρει δύο όμοια αλληλόμορφα για τη συγκεκριμένη ιδιότητα.

**Ομοιόσταση:** η ικανότητα των οργανισμών να διατηρούν το εσωτερικό τους περιβάλλον σχετικά σταθερό.

**Ομόλογα χρωμοσώματα:** ζεύγος χρωμοσωμάτων που έχουν το ίδιο μέγεθος και σχήμα και περιέχουν γονίδια που ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες με διαφορετικό ενδεχομένως τρόπο.

**Ορός:** έτοιμα αντισώματα απέναντι σε έναν παθογόνο μικροοργανισμό ή στην τοξίνη που αυτός παράγει, τα οποία χορηγούμε αν ένα άτομο έχει ήδη προσβληθεί ή υπάρχουν υπόνοιες ότι έχει προσβληθεί από αυτόν τον παθογόνο μικροοργανισμό.

**Παθογόνος μικροοργανισμός:** αυτός που, όταν προσβάλλει έναν οργανισμό, διαταράσσει την ομοιόστασή του.

**Πανδημία:** μία ασθένεια που έχει εξαπλωθεί σε όλον τον κόσμο.

**Παραγωγός:** οργανισμός που παράγει την τροφή του μέσω της φωτοσύνθεσης, δηλαδή παράγει βιομάζα από ανόργανα υλικά αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια.

**Πλασματική μεμβράνη:** η μεμβράνη που περιβάλλει ένα κύτταρο.

**Πληθυσμός:** το σύνολο των οργανισμών ενός είδους που κατοικούν σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

**Πρωτεΐνες:** βιολογικά μακρομόρια που αποτελούνται από αμινοξέα και είναι πολύ σημαντικά για διάφορες λειτουργίες του κυττάρου, όπως δομή, κίνηση κτλ.

**Πρωτόζωα:** μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί που δεν συνθέτουν μόνοι τους την τροφή τους, π.χ. η αμοιβάδα και το παραμέτσιο.

**Πυρήνας:** η δομή του ευκαρυωτικού κυττάρου που περικλείει το γενετικό υλικό και διαχωρίζεται από το κυτταρόπλασμα με την πυρηνική μεμβράνη.

**Ριβόσωμα:** οργανίδιο στο οποίο γίνεται η πρωτεϊνοσύνθεση.

**Ρύπανση:** η μεταβολή της φυσικής, χημικής (ποιοτικής ή ποσοτικής) σύστασης του αέρα, του νερού ή του εδάφους που επηρεάζει δυσμενώς τον άνθρωπο και τους άλλους οργανισμούς ή καταστρέφει τις διάφορες πηγές αγαθών του πλανήτη μας.

**Τροφική αλυσίδα:** ένα απλό διάγραμμα που απεικονίζει τις τροφικές σχέσεις μεταξύ ορισμένων πληθυσμών ενός οικοσυστήματος.

**Τροφικό πλέγμα:** ένα σύνθετο διάγραμμα που απεικονίζει τις τροφικές σχέσεις που πραγματικά αναπτύσσονται μεταξύ όλων των πληθυσμών ενός οικοσυστήματος.

**Υδατάνθρακας:** βιομόριο που κυρίως χρησιμεύει ως αποθήκη ενέργειας.

**Υπολειπόμενο γονίδιο:** αλληλόμορφο που εκφράζεται μόνο σε ομόζυγη κατάσταση.

**Υπόστρωμα:** τα αντιδρώντα μιας χημικής αντίδρασης που καταλύεται από ένζυμα.

**Φαγοκυττάρωση:** διαδικασία κατά την οποία ένα κύτταρο εγκολπώνει μια ουσία με τη βοήθεια ψευδοποδίων.

**Φαινότυπος:** το σύνολο των χαρακτηριστικών ενός οργανισμού.

**Φλεγμονή:** μηχανισμός που περιλαμβάνει την άνοδο της θερμοκρασίας του σώματος, το πρήξιμο στην περιοχή της φαγοκυττάρωσης κ.ά. και ενεργοποιείται από την καταστροφή ιστών του σώματός μας.

**Φυλετικά χρωμοσώματα:** τα χρωμοσώματα που καθορίζουν το φύλο ενός οργανισμού.

**Φυσική Επιλογή:** η διαδικασία κατά την οποία ευνοείται η επιβίωση εκείνων των οργανισμών που είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι προς ένα δεδομένο φυσικό περιβάλλον.

**Φωτοσύνθεση:** αναβολική διαδικασία κατά την οποία γίνεται σύνθεση οργανικών ενώσεων από ανόργανες με ενέργεια που προέρχεται από το ηλιακό φως.

**Χαρτογράφηση ανθρώπινου γονιδιώματος:** Η καταγραφή της αλληλουχίας των βάσεων του γενετικού υλικού του ανθρώπου, καθώς και της ακριβούς θέσης των γονιδίων πάνω στα χρωμοσώματα.

**Χλωροπλάστης:** οργανίδιο του κυτταροπλάσματος των φωτοσυνθετικών ευκαρυωτικών κυττάρων που περιβάλλεται από διπλή μεμβράνη και στο οποίο γίνεται η φωτοσύνθεση.

**Χρωμόσωμα:** δομή στην οποία βρίσκονται τα γονίδια ενός κυττάρου και η οποία στα ευκαρυωτικά κύτταρα βρίσκεται μέσα στον πυρήνα τους.

**Χρωματίδα:** ένα από τα δύο νημάτια που αποτελούν το χρωμόσωμα μετά την αντιγραφή του DNA.

**Χυμοτόπιο:** είδος κενοτοπίου που απαντάται σε φυτικά κύτταρα και χρησιμεύει κυρίως για την αποθήκευση ουσιών.

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ

DNA, ανασυνδυασμένο, 123  
*Homo erectus*, 136  
*Homo habilis*, 136  
*Homo sapiens*, 136  
RNA, 20, 99, 101

### A

αδελφές χρωματίδες, 105  
αζωτοδεσμευτικά βακτήρια, 50  
αλληλόμορφο, 103  
αναβολισμός, 66  
ανακύκλωση, 49  
ανοσία, 86  
ανοσολογική απόκριση, 86  
αντιγόνο, 86  
αντιγραφή, 99, 101  
αντίσωμα, 86  
αποικία, 28  
αποικοδομητής, 43, 44  
απολίθωμα, 134  
απονιτροποιητικά βακτήρια, 50  
ασθένεια, 78-79, 111  
Αυστραλοπίθηκος, 136  
αυτότροφος, 43

### B

βακτήρια, 81  
βιοηθική, 126  
βιοκοινότητα, 30  
βιοτεχνολογία, 120-121  
βιότοπος, 31  
βιοχημικές αποδείξεις, 134

### Γ, Δ

γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί, 122, 124  
γενετική μηχανική, 122  
γενετική ποικιλότητα, 111  
γενετικό υλικό, 96  
γονότυπος, 107  
διάγνωση, 79  
διαφοροποίηση, 28  
διπλοειδές, 96

### Ε, Ζ, Η, Θ

εθισμός, 88  
εμβολιασμός, 86  
εμβόλιο, 86

ενδοπλασματικό δίκτυο, 22  
ενδοσπόριο, 24  
ενεργό κέντρο, 67  
ένζυμο, 67  
εξάρτηση, 88  
εξαρτησιογόνος ουσία, 88  
εξέλιξη, 132  
επιδημία, 80  
επικρατές γονίδιο, 107  
επίκτητο, 107  
επώαση, 79  
ετερόζυγο, 103  
ετερότροφος, 43  
ευτροφισμός, 55  
θεραπεία, 81, 123

### I, K, Λ

ιοί, 81  
ιστός, 29  
καταβολισμός, 66  
καταναλωτής, 43  
κενοτόπιο, 23  
κεντρομερίδιο, 105  
κυτταρικό τοίχωμα, 22, 24  
κύτταρο, 21-25, 28  
κυτταρόπλασμα, 22  
λιπίδια, 20  
λυσοσώματα, 23

### M, N, Ξ

μείωση, 105  
μεταβολισμός, 66  
μεταγραφή, 100  
μετάλλαξη, 97  
μετάφραση, 101  
μικροοργανισμοί, 78  
μιτοχόνδριο, 23  
μίτωση, 104  
μόλυνση, 79  
μολυσματική ασθένεια, 79  
μύκητες, 82  
Νεάντερταλ, 137  
νουκλεϊκά οξέα, 20  
ξενιστής, 79

### O, Π, Ρ

οικοσύστημα, 31  
ομόζυγο, 103

ομοίωση, 74  
ομόλογα χρωμοσώματα, 96  
ορός, 87  
πανδημία, 80  
παραγωγός, 43  
πλασματική μεμβράνη, 22  
πληθυσμός, 30  
ποικιλομορφία, 133  
πρόληψη, 81  
πρωτεΐνες, 19  
πρωτόζωα, 22  
πυρήνας, 22  
ριβοσώματα, 22

### Σ, Τ, Υ

συμβίωση, 50  
σύμπλεγμα Golgi, 23  
σύνδρομο στέρσης, 88  
τοξίνες, 81  
τροφική αλυσίδα, 45  
τροφική πυραμίδα, 46  
τροφικό πλέγμα, 45  
υδατάνθρακες, 19  
υπολειπόμενο γονίδιο, 103  
υπόστρωμα, 67

### Φ

φαγοκυττάρωση, 85  
φαινότυπος, 108  
φλεγμονή, 85  
Φυσική Επιλογή, 133  
φωτοσύνθεση, 23

### Χ, Ψ

χλωροπλάστης, 23  
χρωμόσωμα, 96  
χυμοτόπιο, 23  
ψυχανθή, 50

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J. Raff, M., Roberts, K. & Watson, J.D. (1994<sup>3</sup>). *Molecular Biology of the Cell*. NY: Garland Publishing.
- Alcamo, E. (1991). *Fundamentals of Microbiology*. Redwood City, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc.
- Asimov, I. (1998). *Το χρονικό των επιστημονικών ανακαλύψεων*. (μτφρ. Γ. Μπαρουξής, Ν. Σταματάκης). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Bernard, J. (1996). *Η Βιοηθική*. Αθήνα: Τραυλός.
- Cairns-Smith, A.G. (1985). *Seven clues to the origin of life, a scientific detective story (Canto)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Chabrol, S. & Escalier, J. (1997). *Science de la Vie et de la Terre*. Paris: Hachette.
- Crick, F. (1966). *Περί μορίων και ανθρώπων*. (μτφρ. Λ. Σιδέρη). Αθήνα: Χατζηνικολή.
- Dawkins, R. (1998). *Το εγωιστικό γονίδιο*. (μτφρ. Λ. Μαργαρίτης & Α. Τσουκαλαδάκης). Αθήνα: Τροχαλία.
- Dixon, B. (1994). *Power unseen. How microbes rule the world*. Oxford: W.H. Freeman – Spectrum.
- Dobzhansky, Th. (1989). *Η γενετική της εξελικτικής πορείας* (μτφρ. Κ. Καστρίτσος). Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη.
- Emberlin, J. (1986). *Εισαγωγή στην Οικολογία*. Αθήνα: τυπωθήτω – Γιώργος Δαρδανός.
- Futuyma, D. J. (1995). *Εξελικτική Βιολογία* (μτφρ. Λ. Ζούρος) Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Gareth - Jones, D. (1993). *Exploitation of microorganisms*. London: Chapman & Hall.
- Goodsell, D.S. (1992). *The machinery of life*. NY: Springer - Verlag.
- Leaky, R. (1996). *Οι απαρχές του ανθρώπινου είδους* (μτφρ. Σ. Μανώλης). Αθήνα: Κάτοπτρο.
- Lewin, R. (1993). *Human Evolution. An Illustrated Introduction*. Cambridge, Massachusetts: Blackwell Scientific Publications, Inc.
- Lewin, R. (1993). *The Origin of Humans*. NY: Scientific American Library.
- Mackean, D.G. (1995<sup>2</sup>). *GCSE Biology*. London: John Murray.
- Mader, S. (19978). *Inquiry into Life*. Dubuque, IA: Times Mirror Higher Education, Inc.
- Mannino, J.A. (1995). *Human Biology*. St. Louis, MO: Mosby.
- Miller, S. & Harley, P. (2004). *Zoology – The Animal Kingdom*. Dubuque, IA: Times Mirror Higher Education, Inc.
- Robert, B. (1993). *The Uses of Life – A History of Biotechnology*. Cambridge: Cambridge University Press
- Roberts, M.B.V. & Mawby, P.J. (1991). *Biology*. London: Longman.
- Roberts, M.B.V. (1986). *Biology for Life*. London: Thomas Nelson & Sons Ltd.
- Stryer, L. (1996<sup>1</sup>). *Βιοχημεία* (μτφρ. Α. Αλετράς, Θ. Βαλκανά, Δ. Δραΐνας, Η. Κούβελας, Γ.Κ. Παπαδόπουλος, Μ.Γ. Παπαδόπουλος & Μ. Φράγκου-Λαζαρίδη). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Watson, J.D. (1990). *Η διπλή έλικα κι εγώ*. (μτφρ. Υ. Γεωργιάτσου). Αθήνα: Τροχαλία.
- Webster, S. (2003). *Η Απαρχή*. (μτφρ. Ε. Μαυρικάκη). Αθήνα: Πατάκης.
- Γεννηματά, Α., Θεοδώρου, Μ., Τασόπουλος, Ι. & Χριστοδούλου, Μ. (μτφρ. επιμ.) (1987). *Υγεία για Όλους 2000*. Γενεύη: Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας.
- Williams, G. (1996). *Biology for You*. Stanley Thornes.
- Αλεπόρου-Μαρίνου, Β., Αργυροκαστρίτης, Α., Κομπτοπούλου, Κ., Πιαλόγλου, Π. & Σγουρίτσα, Β. (1999). *Βιολογία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' τάξης Ενιαίου Λυκείου*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Αλευρίτου-Γουλιέλμου Ε. (1992). *Διατροφή και καρκίνος*. Αθήνα: Ε.Κ.ΠΟΙ.ΖΩ.
- Αποστολάκος, Κ. (2003). *Εισαγωγή στη Βοτανική*. Αθήνα: Σταμούλης.
- Αποστολοπούλου, Μ. (επιμ.) (2002). *Ολοκληρωμένες αρχές Ζωολογίας*. Α' τόμος. Αθήνα: Ίων.
- Γεωργόπουλος, Α. (1996). *GH – Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης*. Αθήνα: Gutenberg.
- Γιαννόπουλος, Γ. (2001). *Γενετική*. Πάτρα: ΕΑΠ.
- Γκούβρα, Μ., Κυρίδης, Α. & Μαυρικάκη, Ε. (2001). *Αγωγή Υγείας και Σχολείο*. Αθήνα: τυπωθήτω – Γιώργος Δαρδανός.
- Καραγκούνη-Κύρτσου, Α. (1999). *Μικροβιολογία*. Αθήνα: ΑΘ. Σταμούλης.
- Κατσώρης, Θ. (1994). *Εισαγωγή στη Βιολογία. Ειδικά Θέματα Σύγχρονης Βιολογίας*. Αθήνα: Βιολογικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών.



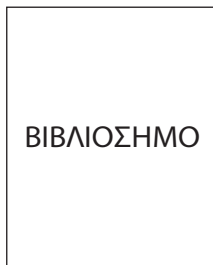
- Κολιάς, Σ. (1992<sup>2</sup>). *Μικροβιολογία*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Κομποπούλου, Κ. & Τύπας, Μ. (1992). *Σημειώσεις Ειδικά Θέματα Γενετικής*. Αθήνα: Βιολογικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών, Τομέας Βιοχημείας, Μοριακής και Κυτταρικής Βιολογίας και Γενετικής.
- Κουσουλάκος, Σ. (2004). *Εισαγωγή στην Αναπτυξιακή Βιολογία και Ιστολογία*. Αθήνα: Παρισιάνος.
- Κωστής, Κ.Π. (1995). *Στον καιρό της πανώλης. Εικόνες της Ελληνικής χερσονήσου, 14ος-19ος αιώνας*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Λεκανίδου, Ρ., Τσιπλή, Σ. & Ροδάκης, Γ. (2002) *Εισαγωγή στη Μοριακή Βιολογία*. Αθήνα: Βιολογικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών, Τομέας Βιοχημείας & Μοριακής Βιολογίας.
- Μανώλης, Σ. (1999). *Βιολογική Ανθρωπολογία*. Αθήνα: Συμμετρία.
- Μαργαρίτης, Λ. (1996<sup>3</sup>). *Κυτταρική Βιολογία*. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
- Μαυρικάκη Ε. (2001). *Εργαστηριακές Ασκήσεις και Δραστηριότητες Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης*. Αθήνα: τυπωθήτω – Γιώργος Δαρδανός.
- Μαυρικάκη, Ε. (μτφρ.) (2003). *Η Απαρχή*. Πατάκης.
- Μαυρικάκη, Ε. (μτφρ.) (2004). *Το βιβλίο της εξέλιξης*. Αθήνα: Πατάκης.
- Μπένης, Ι.Δ. (1992). *Μαθήματα Φυσιολογίας Ζώων Ι και ΙΙ*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Παταργιάς, Θ. & Αλεπόρου, Β. (χ.χ.). *Γενετική Ανθρώπου*. Αθήνα: Βιολογικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Παταργιάς, Θ.Α. (1983) *Θέματα Βιοχημείας Γενετικής του Ανθρώπου*. Αθήνα: Βιολογικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Παταργιάς, Θ.Α., Κομποπούλου, Κ. & Κουγιανού, Σ. (1996). *Εισαγωγή στη Βιολογία*. Αθήνα: Βιολογικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Ροδάκης, Γ. (2001). *Εξέλιξη*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Thompson, M.W., McInnes, R.R. & Willard, H.F. (2003<sup>3</sup>). *Ιατρική Γενετική*. (επιμ. Ν. Μοσχονάς). (μτφρ. Ν. Μοσχονάς, Ι. Γεωργίου & Μ. Σύρρου). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Τριχόπουλος Δ. (επιμ.) (1986). *Προληπτική Ιατρική*. Αθήνα: Παρισιάνος.
- Χριστοδουλάκης, Ν. (1994). *Σύγχρονη Βιολογία. Εισαγωγή στη μελέτη των οργανισμών*. Αθήνα: Πατάκης.

## ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ



- Μανδραγού Ηλέκτρα-Χριστίνα: «Βιολογίτσες», σκίτσα των «Μια ματιά στο βιβλίο», «As σκεφτούμε», παραθεμάτων, περιλήψεων, επικεφαλίδων, ερωτήσεων, παραρτήματος και σκίτσο σελ. 18.
- Αραπάκη Ξένια: «Τα πρώτα βήματα», σελ. 9.
- Ασλάνη Καρολίνα: «Χωρίς τίτλο», σελ. 37.
- Δαϊκόπουλος Γιάννης: σελ. 44, 95, 132.
- ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ (24-1-2000). «Εισβολή μεταλλαγμένων στην Ελλάδα», σελ. 126.
- Καραγκούνη-Κύρτσου Αμαλία: σελ. 81.
- Καράπαπας Φάνης: σελ. 17, 132.
- Κατσώρης Θεόδωρος: σελ. 97.
- Μαυρικάκη, Ε. (επίμ.) (υπό έκδοση). *Το βιβλίο της γνώσης*. Αθήνα: Πατάκης, σελ. 126.
- Μηλώσης Θέμης: «Νεκρά πράγματα», σελ. 15.
- Μπουραζάνη Μελία: σελ. 125.
- Παπαδόπουλος Γιάννης: σελ. 30.
- Σπυριούνης Κώστας: «Ο Αγών, το σκοτάδι του και η σκάλα υπηρεσίας», σελ. 93.
- Χριστοδουλάκης Νίκος: σελ. 25, 105.
- Beckett, S.W. (1994). Ο Κόσμος της Ζωγραφικής. Αθήνα: Πατάκης, σελ. 129.
- Giorgio de Chirico: «Τροβαδούρος», σελ. 118.
- Hundertwasser: «Ninety-nine Heads» (λεπτομέρεια), σελ. 71.
- Twan de Vos: «Spaghetti eaters», σελ. 61.





Με απόφαση της Ελληνικής Κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν βιβλιόσημο προς απόδειξη της γνησιότητάς τους. Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δε φέρει βιβλιόσημο 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 Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.*

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

**Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ**  
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα  
Εκπαίδευσης και Αρχικής  
Επαγγελματικής Κατάρτισης

ΕΡΓΟ ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟ 75% ΑΠΟ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΚΑΙ 25% ΑΠΟ ΕΘΝΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ

