

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Β΄ & Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Τόμος 3ος

**Γ' Κ.Π.Σ. / ΕΠΕΑΕΚ II / Ενέργεια 2.2.1 /
Κατηγορία Πράξεων 2.2.1.α:**

**«Αναμόρφωση των προγραμμάτων
σπουδών και συγγραφή νέων
εκπαιδευτικών πακέτων»**

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Δημήτριος Βλάχος

Ομότιμος Καθηγητής του Α.Π.Θ

Πρόεδρος του Παιδαγωγ. Ινστιτούτου

**Πράξη με τίτλο: «Συγγραφή νέων
βιβλίων και παραγωγή υποστηρικτικού
εκπαιδευτικού υλικού με βάση το
ΔΕΠΠΣ και τα ΑΠΣ για το Γυμνάσιο»**

Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου

Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης

Σύμβουλος του Παιδαγωγ. Ινστιτούτου

Αναπληρωτής Επιστημ. Υπεύθ. Έργου

Γεώργιος Κ. Παληός

Σύμβουλος του Παιδαγωγ. Ινστιτούτου

Ιγνάτιος Ε. Χατζηευστρατίου

Μόνιμος Πάρεδρος του Παιδαγ. Ινστιτ.

**Έργο συγχρηματοδοτούμενο 75% από
το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και**

25% από εθνικούς πόρους.

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

Ευαγγελία Μαυρικάκη, *Επίκ.*

***Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου
Δυτικής Μακεδονίας***

Μαριάννα Γκούβρα, *Βιολόγος*

Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης

Αναστασία Καμπούρη, *Βιολόγος*

Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης

ΚΡΙΤΕΣ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΤΕΣ

Νικόλαος Μοσχονάς

***Καθηγητής του Πανεπιστημίου
Πατρών***

Μιχάλης Θεοχαρόπουλος

Σχολικός Σύμβουλος

Σεβαστή Βαμβακοπούλου

***Βιολόγος, Εκπαιδευτικός Β/θμιας
Εκπ/σης***

ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ

Ειρήνη Νομικού

ΦΙΛΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

**Κωνσταντίνα Κουτσουρούμπα,
Φιλολόγος**

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

**ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΠΟΕΡΓΟΥ
ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΓΓΡΑΦΗ**

**Βασιλική Περάκη,
Σύμβουλος του Π.Ι.**

ΕΞΩΦΥΛΛΟ

Γεώργιος Γκολφίνος, Ζωγράφος

ΠΡΟΕΚΤΥΠΩΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Βιβλιοσυνεργατική ΑΕΠΕΕ

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΓΙΑ
ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**

Ομάδα Εργασίας

***Αποφ. 16158/6-11-06 και
75142/Γ6/11-7-07 ΥΠΕΠΘ***

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ,
ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

**Ευαγγελία Μαυρικάκη
Μαριάννα Γκούβρα
Αναστασία Καμπούρη**

**ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ
ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΤΑΚΗ**

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Β΄ & Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Τόμος 3ος

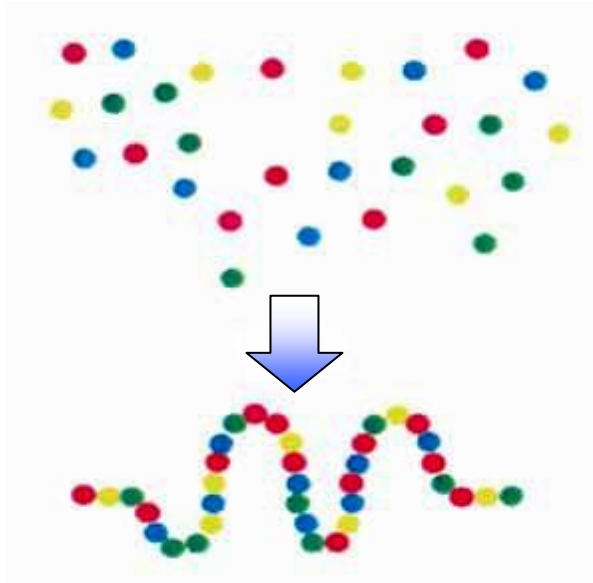


**ΚΩΣΤΑΣ ΣΠΥΡΙΟΥΝΗΣ -
Ο Αγών, το σκοτάδι και
η σκάλα υπηρεσίας**

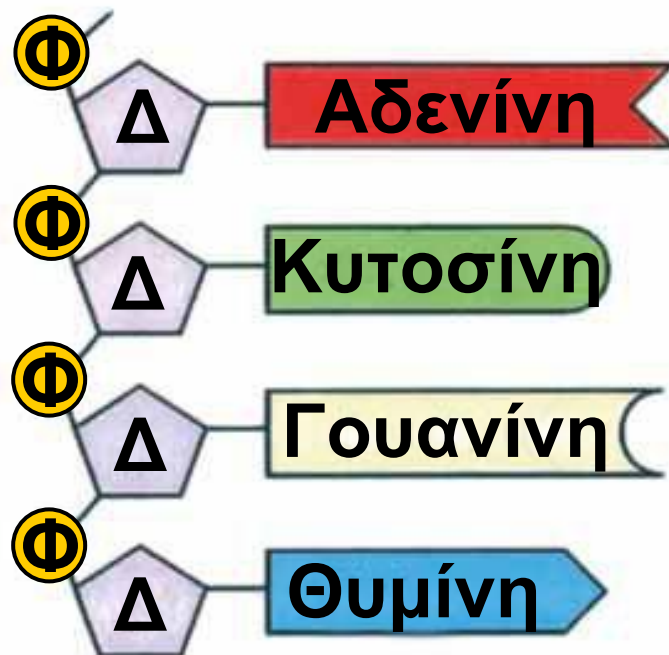
**διατήρηση και
συνέχεια της ζωής**

5

Προηγούμενες γνώσεις που θα χρειαστώ...



Οι πρωτεΐνες αποτελούνται από αμινοξέα.



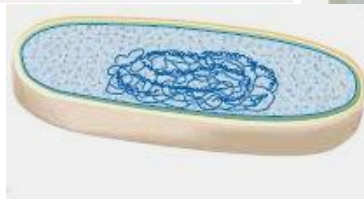
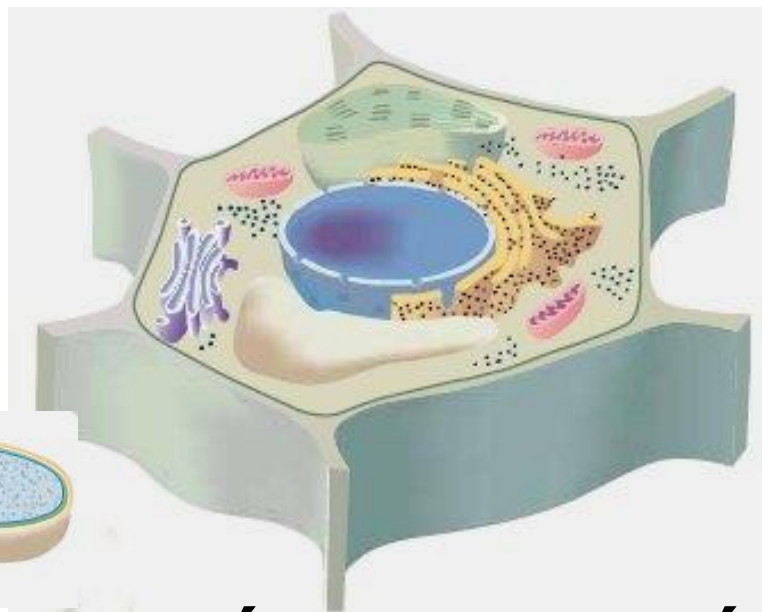
Τα νουκλεϊκά οξέα αποτελούνται από νουκλεοτίδια.



Κάποιοι οργανισμοί αναπαράγονται
μονογονικά...



...και άλλοι
αμφιγονικά.



Όλα τα κύτταρα περιέχουν γενετικό υλικό.



Οι οργανισμοί εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία χαρακτηριστικών.

...καινούριες γνώσεις που θα αποκτήσω

- Τι είναι η γενετική πληροφορία, πώς οργανώνεται και πού εντοπίζεται.
- Πώς καθορίζεται το φύλο στον άνθρωπο.
- Ποια η δομή και οι λειτουργίες του DNA και του RNA.

- Πώς ρέει η γενετική πληροφορία στο κύτταρο.
- Πώς διαιρούνται τα κύτταρα.
- Πώς κληρονομούνται τα χαρακτηριστικά.
- Τι είναι οι μεταλλάξεις και πώς προκαλούνται.

5.1 Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα

Όλοι οι οργανισμοί –ευκαρυωτικοί και προκαρυωτικοί, μονοκύτταροι και πολυκύτταροι, ζωικοί και φυτικοί– εμφανίζουν συγκεκριμένα δομικά χαρακτηριστικά και επιτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες. Οι επιστημονικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι οργανικές ενώσεις του κυττάρου, που είναι κυρίως υπεύθυνες γι' αυτές τις ιδιότητες, είναι οι πρωτεΐνες. Η δράση των πρωτεϊνών

εξαρτάται από τη σύστασή τους, δηλαδή από τη σειρά των αμινοξέων που περιέχουν. Τι είναι όμως αυτό που καθορίζει τη σειρά των αμινοξέων στις πρωτεΐνες ενός οργανισμού και συνεπώς τις ιδιότητές του; Είναι το γενετικό υλικό, το DNA, το οποίο περιέχει τις γενετικές πληροφορίες σε συγκεκριμένα τμήματα του, τα γονίδια.

Βέβαια, στην έκφραση των ιδιοτήτων ενός οργανισμού σημαντικό ρόλο, εκτός από τα γονίδια, παίζει και το φυσικό του περιβάλλον.

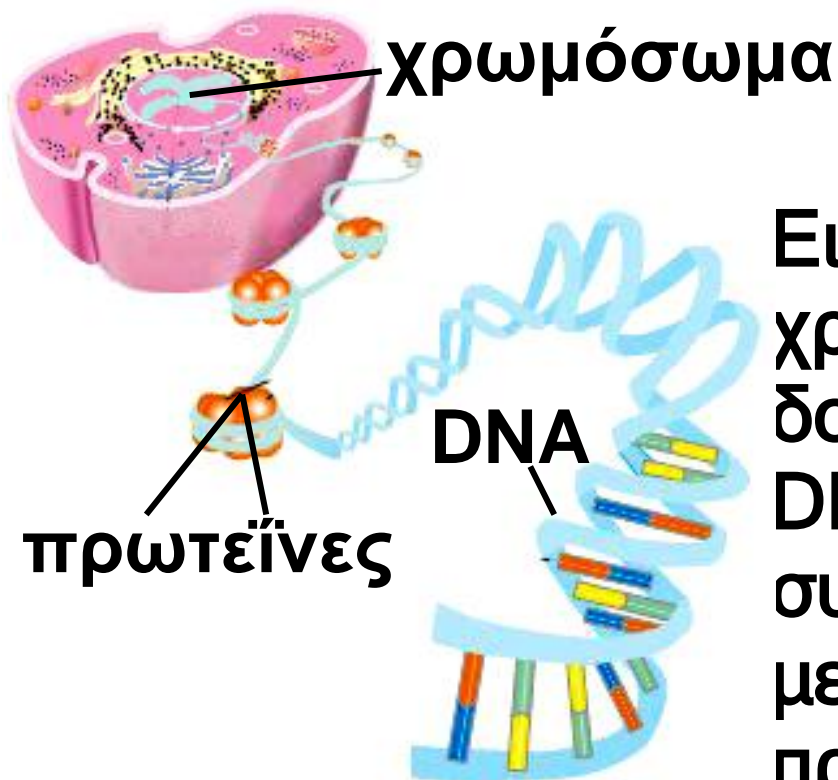


**Εικ. 5.1 Τόσο όμοιοι
και τόσο διαφορετικοί.**

Στα ευκαρυωτικά κύτταρα το γενετικό υλικό εντοπίζεται κυρίως

στον πυρήνα και σχηματίζει δομές οι οποίες ονομάζονται χρωμοσώματα. Σε ορισμένα στάδια της ζωής του κυττάρου τα χρωμοσώματα γίνονται ορατά ακόμη και με το οπτικό μικροσκόπιο. Κάθε χρωμόσωμα δομείται κυρίως από DNA, το οποίο συσπειρώνεται με τη βοήθεια πρωτεϊνών. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι χαρακτηριστικός για κάθε είδος οργανισμού. Για παράδειγμα, στον άνθρωπο κάθε σωματικό κύτταρο έχει 46 χρωμοσώματα, τα οποία είναι ανά δύο όμοια. Κάθε ζευγάρι χρωμοσωμάτων που έχουν ίδιο σχήμα και μέγεθος ονομάζονται ομόλογα. Τα ομόλογα χρωμοσώματα περιέχουν (σε αντίστοιχες θέσεις) γενετικές πληροφορίες που αφορούν τις ίδιες ιδιότητες. Για να τα μελετήσουμε, κατασκευάζουμε τον καρυότυπο. Δηλαδή, αφού τα

φωτογραφίσουμε, τα τοποθετούμε σε ζεύγη. Στη συνέχεια, τα ταξινομούμε από τα μεγαλύτερα σε μέγεθος προς τα μικρότερα. Ο καρυότυπος είναι η απεικόνιση των χρωμοσωμάτων ενός κυττάρου ταξινομημένων σε ζεύγη, κατά ελαττούμενο μέγεθος.

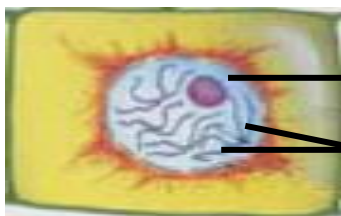


Εικ. 5.2 Το χρωμόσωμα δομείται από DNA, το οποίο συσπειρώνεται με τη βοήθεια πρωτεϊνών.

Οι οργανισμοί των οποίων τα κύτταρα περιέχουν ομόλογα χρωμοσώματα χαρακτηρίζονται ως διπλοειδείς (2n) και είναι συνήθως

ανώτεροι οργανισμοί. Σε κάθε ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων το ένα χρωμόσωμα είναι μητρικής και το άλλο πατρικής προέλευσης.

Έτσι, κάθε άνθρωπος έχει 23 χρωμοσώματα από τον πατέρα του και 23 χρωμοσώματα από τη μητέρα του ($2 \times 23 = 46$). Σε άλλους οργανισμούς, όπως είναι οι προκαρυωτικοί και οι περισσότεροι μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί, τα χρωμοσώματα δεν είναι ανά δύο όμοια και δεν μπορούμε να τα τοποθετήσουμε σε ζεύγη. Οι οργανισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται ως απλοειδείς (1η).

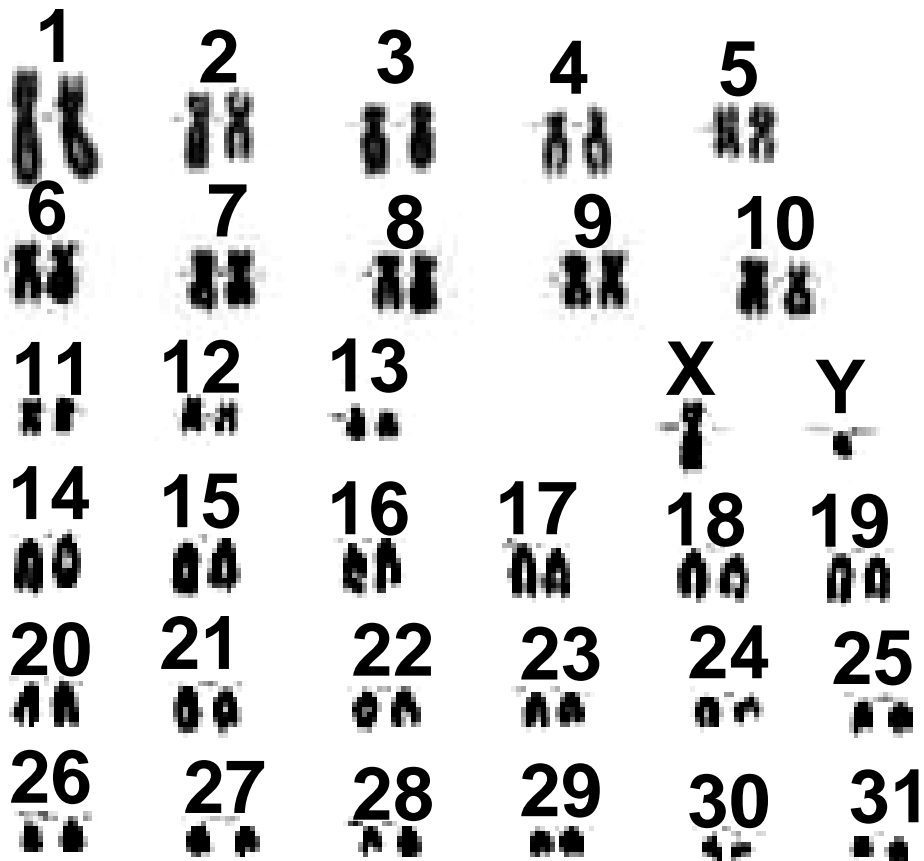


— πυρήνας

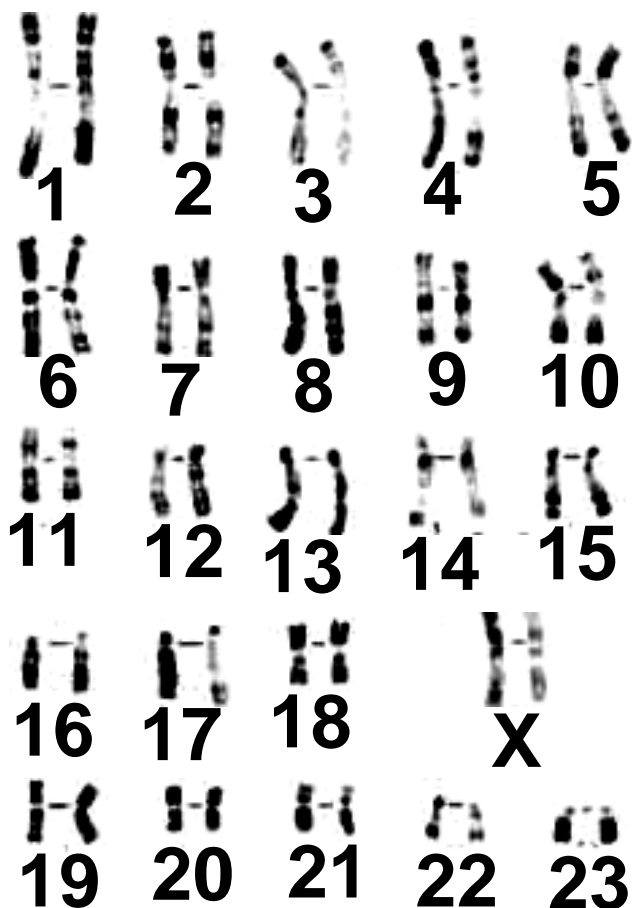
— χρωμοσώματα

Εικ. 5.3 Στα ευκαρυωτικά κύτταρα το γενετικό υλικό εντοπίζεται στον πυρήνα.

Στον άνθρωπο αλλά και σε ορισμένους άλλους οργανισμούς το φύλο καθορίζεται από ένα ζεύγος χρωμοσωμάτων, τα οποία ονομάζονται φυλετικά. Τα υπόλοιπα χρωμοσώματα δεν σχετίζονται με το φύλο και ονομάζονται αυτοσωμικά (ή αυτοσώματα). Στα κύτταρα ενός άνδρα υπάρχουν 22 ζεύγη αυτοσωμάτων και τα φυλετικά χρωμοσώματα X και Y. Στα κύτταρα μιας γυναίκας, εκτός από τα 22 ζεύγη αυτοσωμάτων, υπάρχει και το φυλετικό χρωμόσωμα X δύο φορές. Η παρουσία του χρωμοσώματος Y είναι αυτή που χαρακτηρίζει το αρσενικό άτομο (XY), ενώ η απουσία του καθορίζει το θηλυκό (XX).

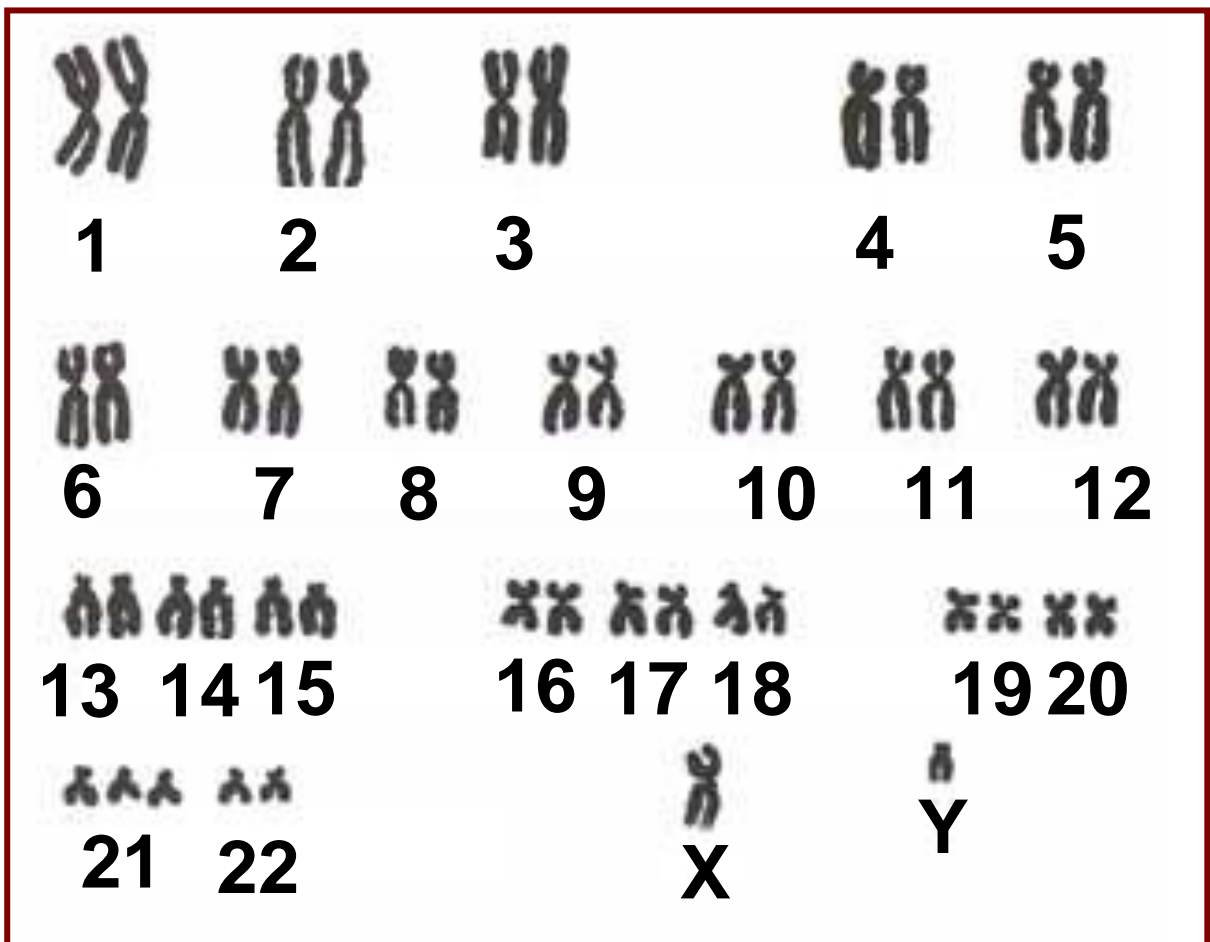
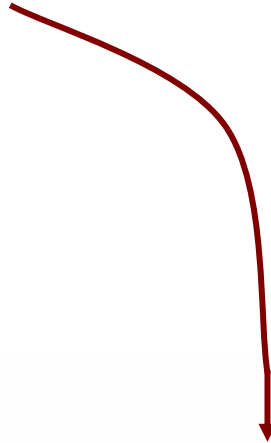
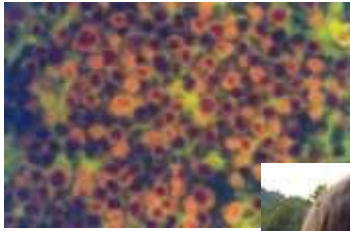


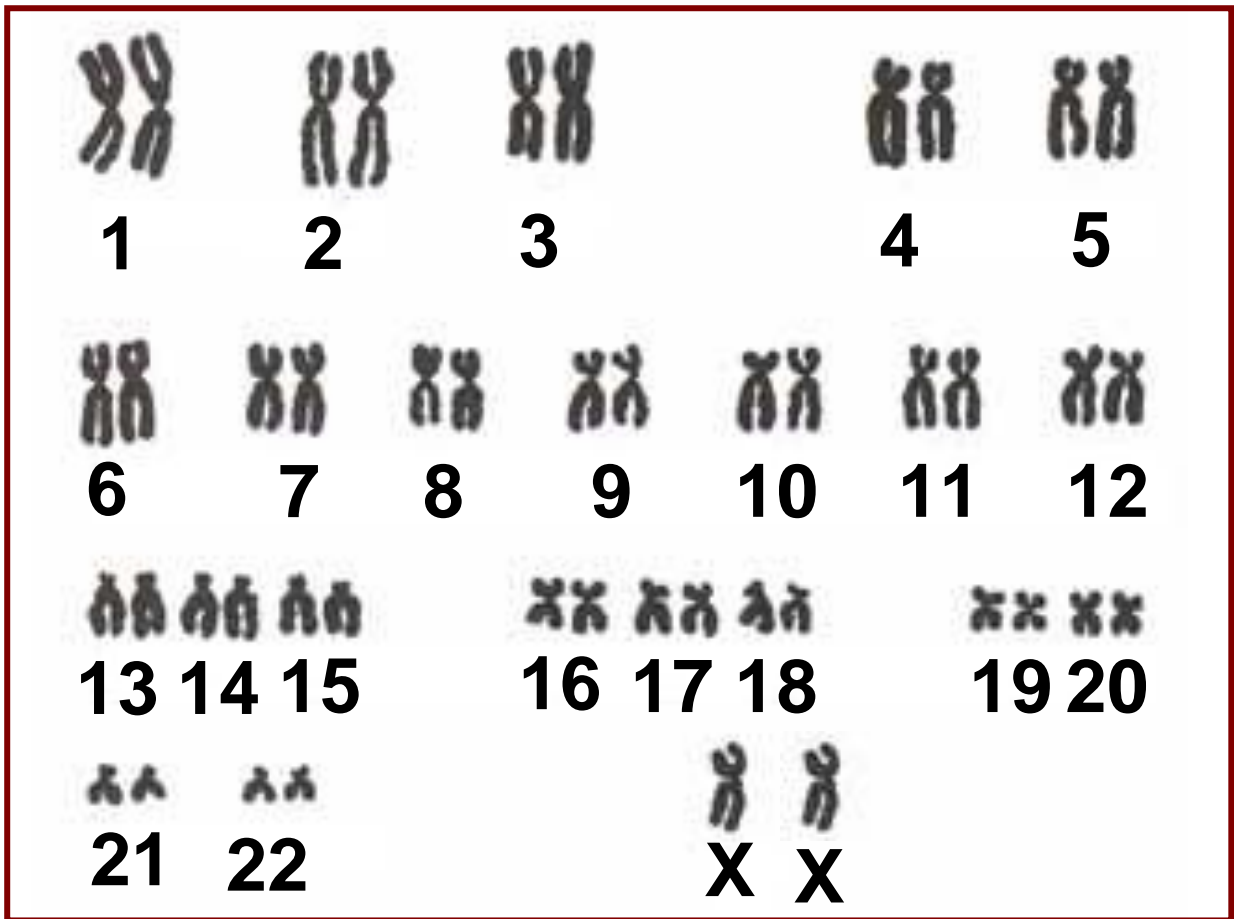
Εικ. 5.4 Καρυότυπος αλόγου



Εικ. 5.5
Καρυότυπος
χιμπαντζή

κύτταρα θύμου αδένα





**κύτταρα
επιθηλιακού ιστού**

Εικ. 5.6 Τα σωματικά κύτταρα των ανθρώπων περιέχουν 22 ζεύγη αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων και ένα ζεύγος φυλετικών.



Η ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΟΙ ΑΛΛΕΣ ΧΗΜΕΙΑ

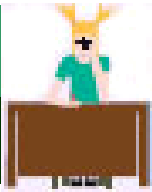
Η χημεία ενός χρωμοσώματος

Κάθε χρωμόσωμα αποτελείται από:

DNA 27%

Πρωτεΐνες 67%

RNA 6%



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. Τα δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός οργανισμού καθορίζονται αποκλειστικά από το DNA του.

β. Στα σωματικά κύτταρα των διπλοειδών οργανισμών εντοπίζονται ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων.

γ. Η παρουσία του χρωμοσώματος X καθορίζει το θηλυκό φύλο στον άνθρωπο.

δ. Κάθε σωματικό κύτταρο μιας γυναίκας περιέχει δύο χρωμοσώματα X.

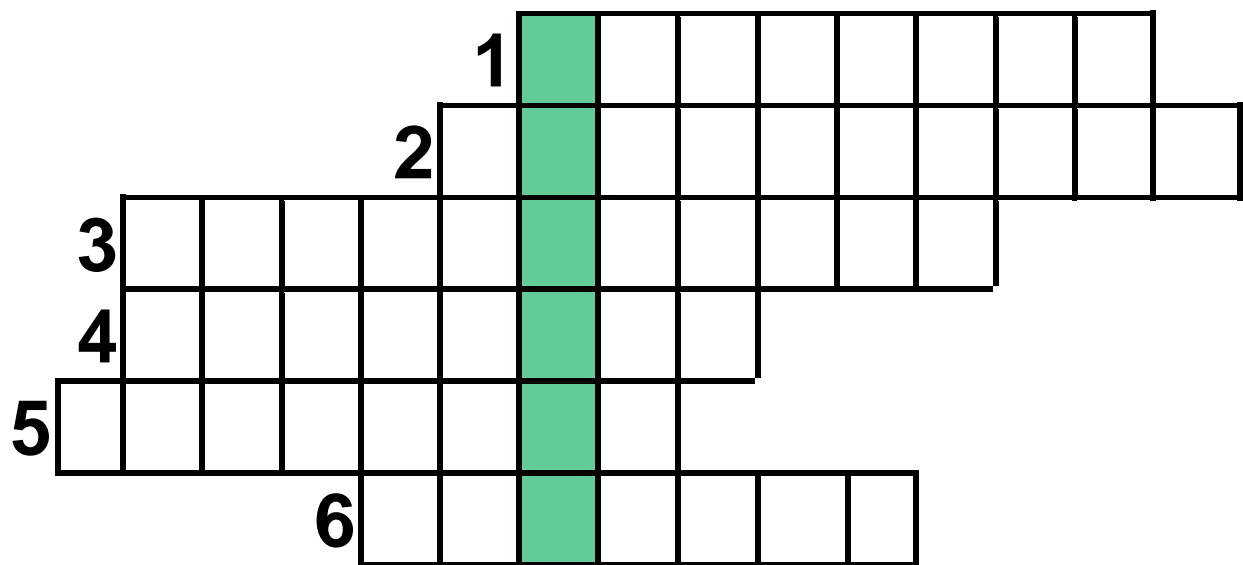
2. Να συμπληρώσετε με τους κατάλληλους όρους τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:

α. Το γενετικό υλικό που εντοπίζεται στον πυρήνα των κυττάρων οργανώνεται σε δομές που ονομάζονται

β. Στα κύτταρα των οργανισμών και στους γαμέτες των πολυκύτταρων οργανισμών τα χρωμοσώματα δεν είναι ανά δύο όμοια.

3. Αν συμπληρώσετε σωστά το παρακάτω σταυρόλεξο, στη χρωματιστή στήλη θα σχηματιστεί

ένα... περιβάλλον που παίζει σημαντικό ρόλο στην έκφραση των ιδιοτήτων ενός οργανισμού.



1. Αυτά τα χρωμοσώματα καθορίζουν το φύλο.
2. Ονομάζονται και αυτοσωμικά.
3. Δομές του γενετικού υλικού ορατές με το οπτικό μικροσκόπιο.
4. Το καθορίζει η παρουσία του χρωμοσώματος Y.
5. Τέτοιο υλικό είναι το DNA.
6. Τα χρωμοσώματα χαρακτηρίζονται έτσι μόνο όταν περιέχουν γενετικές πληροφορίες που αφορούν τις ίδιες ιδιότητες.

5.2 Η ροή της γενετικής πληροφορίας

Η δομή των νουκλεϊκών οξέων - Αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας

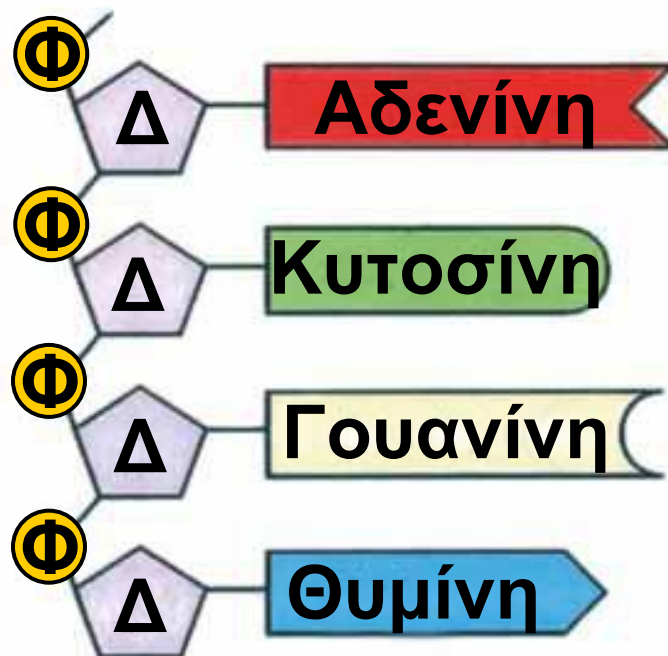
Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τα νουκλεϊκά οξέα δομούνται από απλούστερες επαναλαμβανόμενες μονάδες, τα νουκλεοτίδια. Τα νουκλεοτίδια που δομούν το DNA ονομάζονται δεοξυριβονουκλεοτίδια και ενώνονται μεταξύ τους με ισχυρούς χημικούς δεσμούς, σχηματίζοντας μία αλυσίδα. Η αλληλουχία των νουκλεοτιδίων στην αλυσίδα του DNA είναι αυτή που καθορίζει, όπως θα δούμε παρακάτω, τη γενετική πληροφορία.

Δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες ενώνονται με ασθενείς χημικούς δεσμούς που σχηματίζονται

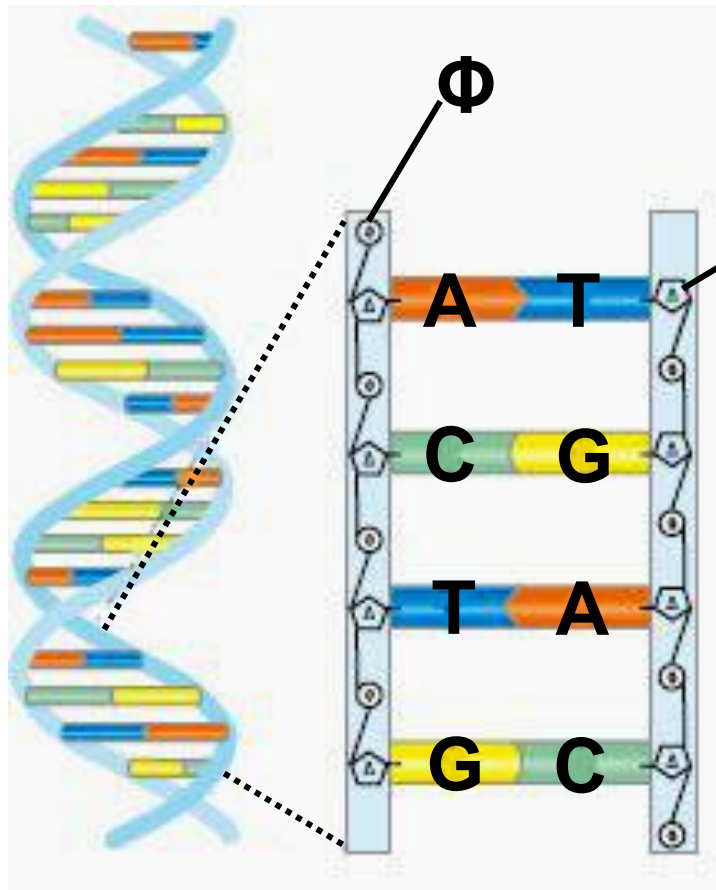
ανάμεσα στις αζωτούχες βάσεις τους. Η ένωση αυτή δεν είναι τυχαία: όπου υπάρχει αδερίνη (A) στη μία αλυσίδα ενώνεται με θυμίνη (T), που υπάρχει στην απέναντι αλυσίδα, και όπου υπάρχει γουανίνη (G) ενώνεται με κυτοσίνη (C). Αυτό συμβαίνει επειδή η αδερίνη είναι συμπληρωματική της θυμίνης και η γουανίνη συμπληρωματική της κυτοσίνης. Έτσι προκύπτει ένα δίκλωνο μόριο, το οποίο στη συνέχεια περιελίσσεται στον χώρο, σχηματίζοντας τελικά μία διπλή έλικα, το DNA.

Τα νουκλεοτίδια που δομούν το RNA ονομάζονται ριβονουκλεοτίδια. Οι βάσεις των ριβονουκλεοτιδίων είναι η αδερίνη, η ουρακίλη (U) (αντί της θυμίνης), η γουανίνη και η κυτοσίνη. Η ουρακίλη είναι συμπληρωματική με την αδερίνη. Τα ριβονου-

κλεοτίδια ενώνονται μεταξύ τους με χημικούς δεσμούς και σχηματίζουν αλυσίδες. Το RNA είναι μονόκλωνο, δεν σχηματίζει δηλαδή διπλή έλικα. Υπάρχουν διαφορετικά είδη RNA, το αγγελιαφόρο ή mRNA, το μεταφορικό ή tRNA και το ριβοσωμικό ή rRNA, των οποίων τους βιολογικούς ρόλους θα γνωρίσουμε παρακάτω.



Εικ. 5.7 Τα τέσσερα δεοξυριβονουκλεοτίδια (με Φ συμβολίζεται η φωσφορική ομάδα και με Δ το σάκχαρο δεοξυριβόζη).



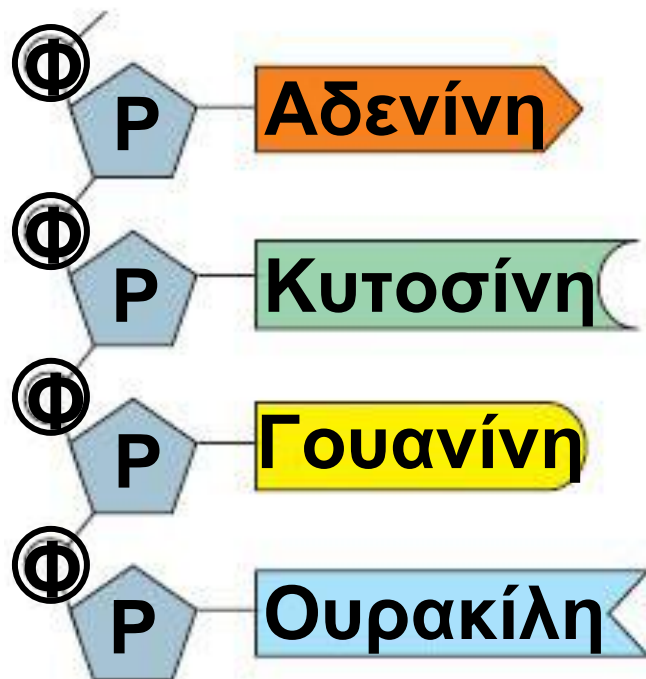
Εικ 5.8 Κάθε αλυσίδα του DNA σχηματίζεται όταν το σάκχαρο ενός νουκλεοτιδίου συνδέεται με τη φωσφορική ομάδα του επόμενου. Ασθενείς χημικοί δεσμοί αναπτύσσονται ανάμεσα στις συμπληρωματικές βάσεις των απέναντι αλυσίδων. Το δίκλωνο, πλέον, μόριο του DNA περιελίσσεται στον χώρο, σχηματίζοντας διπλή έλικα.

Αντιγραφή του DNA - Διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας

Το DNA κάθε κυττάρου περιέχει γενετικές πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τη δομή και τη λειτουργία του. Κατά τη διαίρεση ενός κυττάρου προκύπτουν θυγατρικά κύτταρα στα οποία περιέχονται οι ίδιες γενετικές πληροφορίες. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στην ικανότητα του DNA να διπλασιάζεται με μια διαδικασία που ονομάζεται αντιγραφή. Η αντιγραφή προηγείται της κυτταρικής διαίρεσης, ώστε κάθε νέο κύτταρο να περιέχει ένα αντίγραφο του DNA του αρχικού κυττάρου.

Κατ' αρχάς, η διπλή έλικα ανοίγει σε συγκεκριμένες θέσεις, καθώς σπάνε οι δεσμοί που συγκρατούν

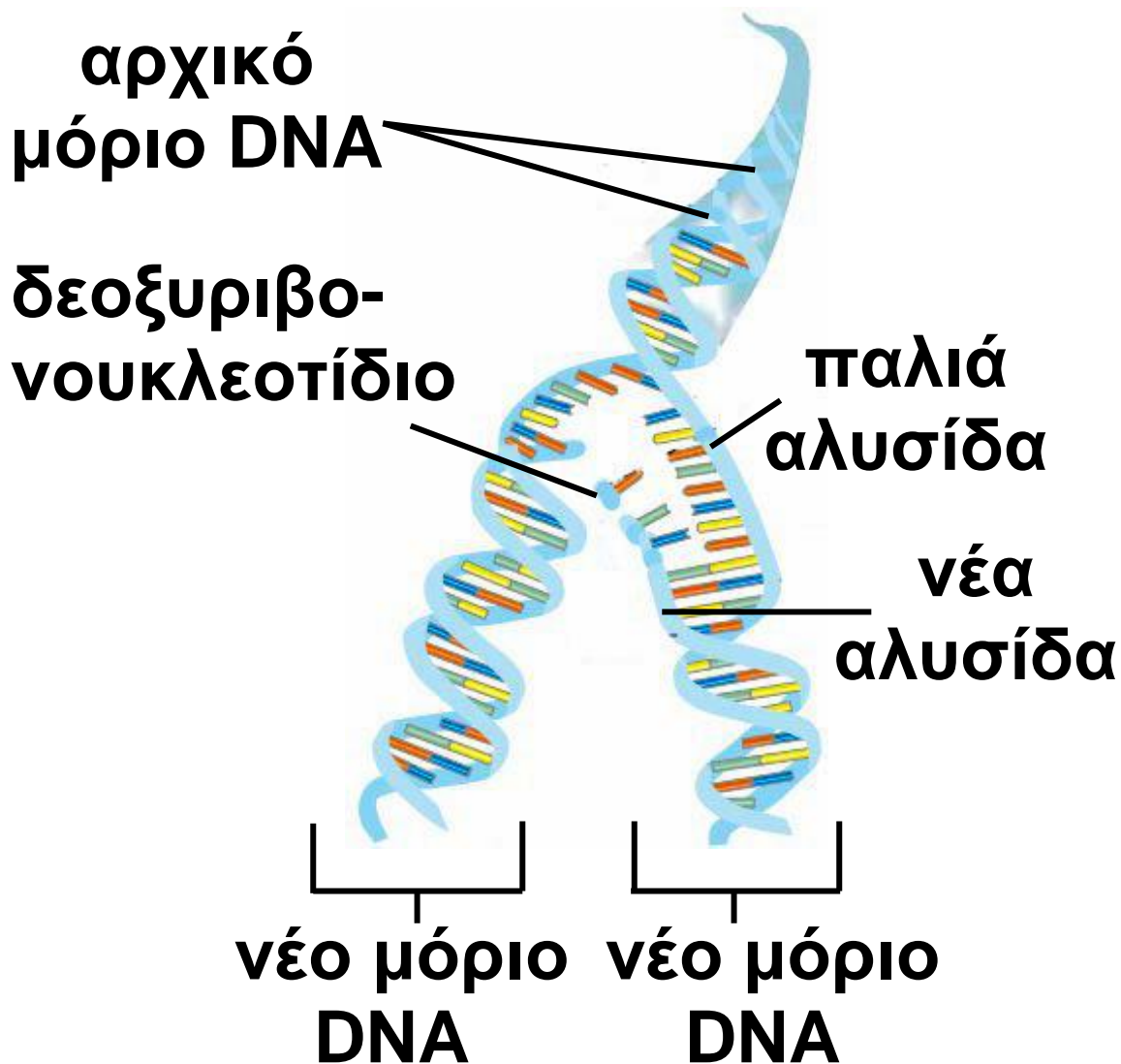
τις συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις.



Εικ. 5.9 Τα τέσσερα ριβονουκλεοτίδια (με Φ συμβολίζεται η φωσφορική ομάδα και με Ρ το σάκχαρο ριβόζη).

Έτσι, οι βάσεις της κάθε αλυσίδας μένουν αζευγάρωτες. Αυτό επιτρέπει τον σχηματισμό δεσμών με συμπληρωματικές βάσεις άλλων ελεύθερων δεοξυριβονουκλεοτιδίων. Τα νουκλεοτίδια αυτά ενώνονται αφενός με τις αζευγάρωτες βάσεις της παλιάς νουκλεοτιδικής

αλυσίδας και αφετέρου μεταξύ τους, σχηματίζοντας μία νέα συμπληρωματική αλυσίδα.



Εικ. 5.10 Η αντιγραφή του DNA

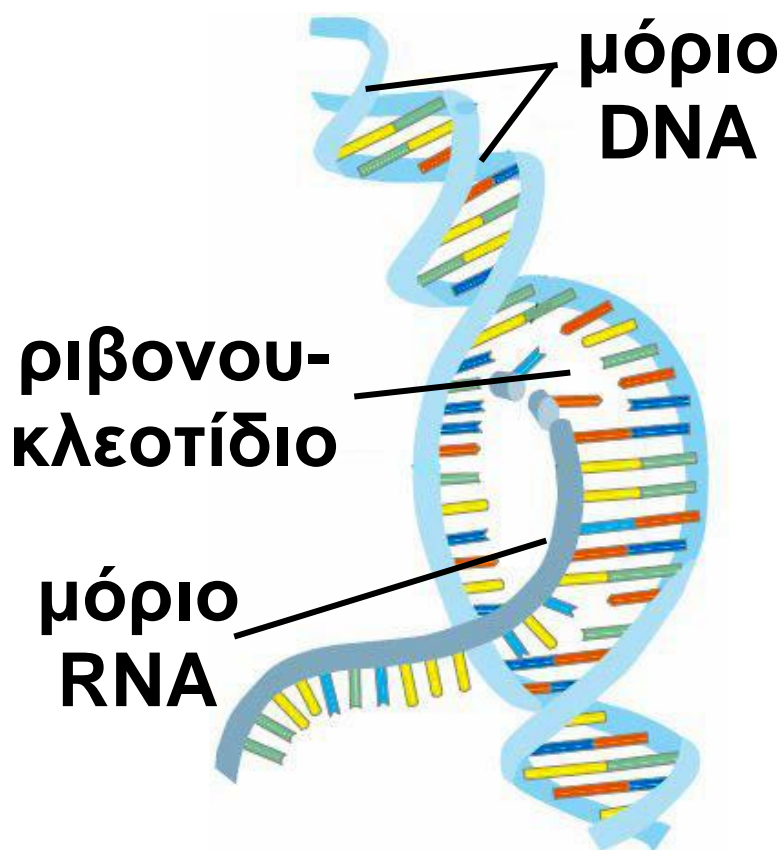
Το αποτέλεσμα της αντιγραφής είναι ο σχηματισμός δύο δίκλωνων μορίων DNA, καθένα από τα οποία αποτελείται από μία παλιά και μία

νέα αλυσίδα. Αυτά τα μόρια –σε περίπτωση που δεν έχει συμβεί κάποιο «λάθος» στη συμπληρωματικότητα των βάσεων– είναι πανομοιότυπα τόσο μεταξύ τους όσο και με το αρχικό μόριο, δηλαδή έχουν την ίδια αλληλουχία νουκλεοτιδίων και συνεπώς τις ίδιες γενετικές πληροφορίες.

Μεταγραφή, μετάφραση – Έκφραση της γενετικής πληροφορίας

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η σειρά των αμινοξέων στις πρωτεΐνες καθορίζεται από τις γενετικές πληροφορίες που περιέχονται σε συγκεκριμένα τμήματα του DNA, τα γονίδια. Η σύνθεση των πρωτεϊνών γίνεται στα ριβοσώματα του κυττάρου. Δεν είναι δυνατόν όμως να μεταφέρεται ολόκληρο το DNA

στα ριβοσώματα, κάθε φορά που το κύτταρο συνθέτει μία συγκεκριμένη πρωτεΐνη. Η συγκεκριμένη γενετική πληροφορία μεταφέρεται από το DNA στα ριβοσώματα μέσω του mRNA. Κάθε φορά, δηλαδή, που απαιτείται η σύνθεση μιας πρωτεΐνης, το τμήμα του DNA που φέρει την πληροφορία για τη σύνθεση της αρχικά μεταγράφεται σε mRNA.

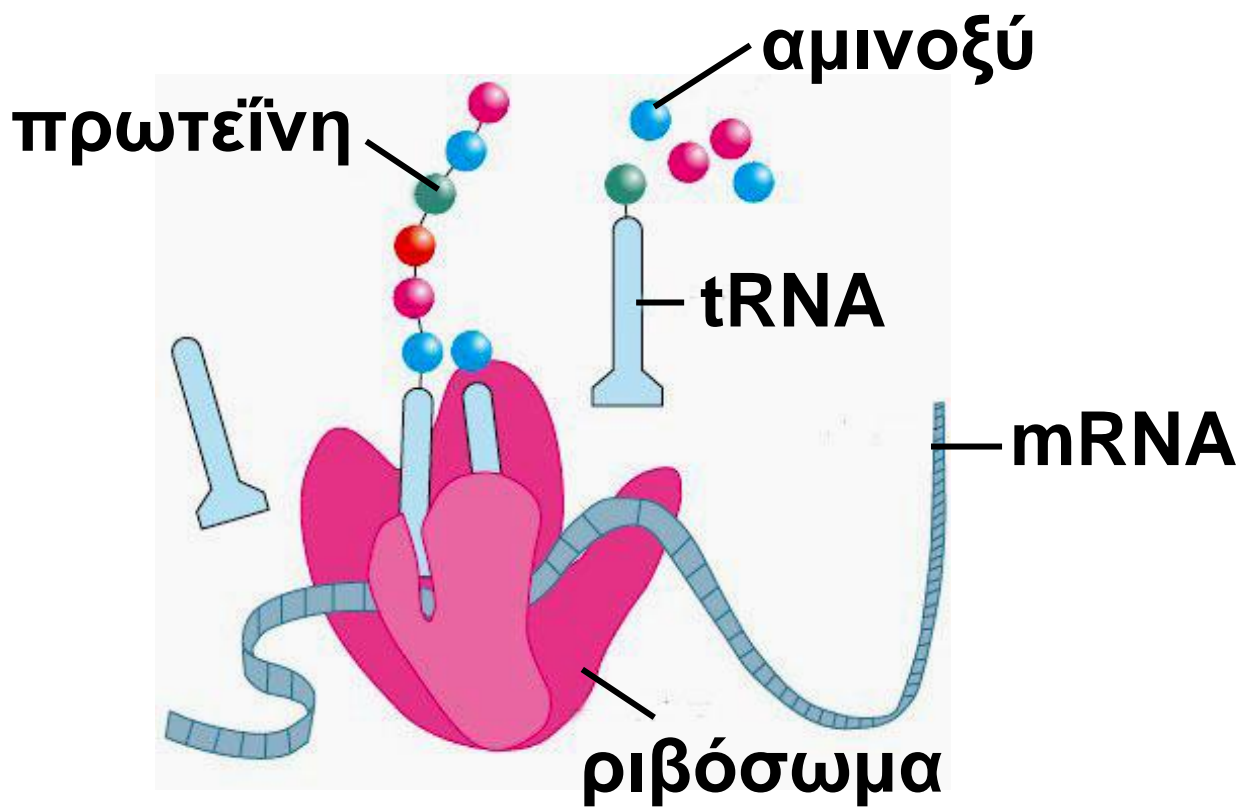


Εικ. 5.11 Η διαδικασία μεταγραφής του DNA

Το mRNA που συντίθεται πρέπει να περιέχει τη γενετική πληροφορία για τη σειρά των αμινοξέων της συγκεκριμένης πρωτεΐνης. Για να γίνει αυτό, το συγκεκριμένο τμήμα του DNA ξετυλίγεται και η μία αλυσίδα απομακρύνεται από την άλλη. Απέναντι από τις αζευγάρωτες πλέον αζωτούχες βάσεις των δεοξυριβονουκλεοτιδίων της μιας αλυσίδας τοποθετούνται, κατά μία συγκεκριμένη φορά, ελεύθερα ριβονουκλεοτίδια που διαθέτουν τις συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις. Έτσι, απέναντι από την αδενίνη, τη θυμίνη, τη γουανίνη και την κυτοσίνη του DNA τοποθετούνται ελεύθερα ριβονουκλεοτίδια που φέρουν αντίστοιχα ουρακίλη, αδενίνη, κυτοσίνη και γουανίνη. Στη συνέχεια, τα ριβονουκλεοτίδια ενώνονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας ένα μόριο

mRNA στο οποίο έχει πλέον καταγραφεί η γενετική πληροφορία ως αλληλουχία ριβονουκλεοτιδίων. Το μόριο αυτό απομακρύνεται και οι συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις των δύο αλυσίδων του DNA ενώνονται και πάλι.

Με τη μεταγραφή όμως δεν παράγεται μόνο mRNA. Διάφορα τμήματα του DNA μεταγράφονται με τον ίδιο τρόπο, για να συντεθούν και άλλα μόρια RNA, το μεταφορικό RNA (tRNA), το ριβοσωμικό RNA (rRNA). Κάθε τμήμα του μορίου DNA που έχει τη δυνατότητα να μεταγραφεί ονομάζεται γονίδιο. Τα περισσότερα γονίδια περιέχουν την πληροφορία για τη σύνθεση μιας πρωτεΐνης. Το γονίδιο αποτελεί τη στοιχειώδη μονάδα της γενετικής πληροφορίας που μεταβιβάζεται από τους γονείς στα παιδιά τους.



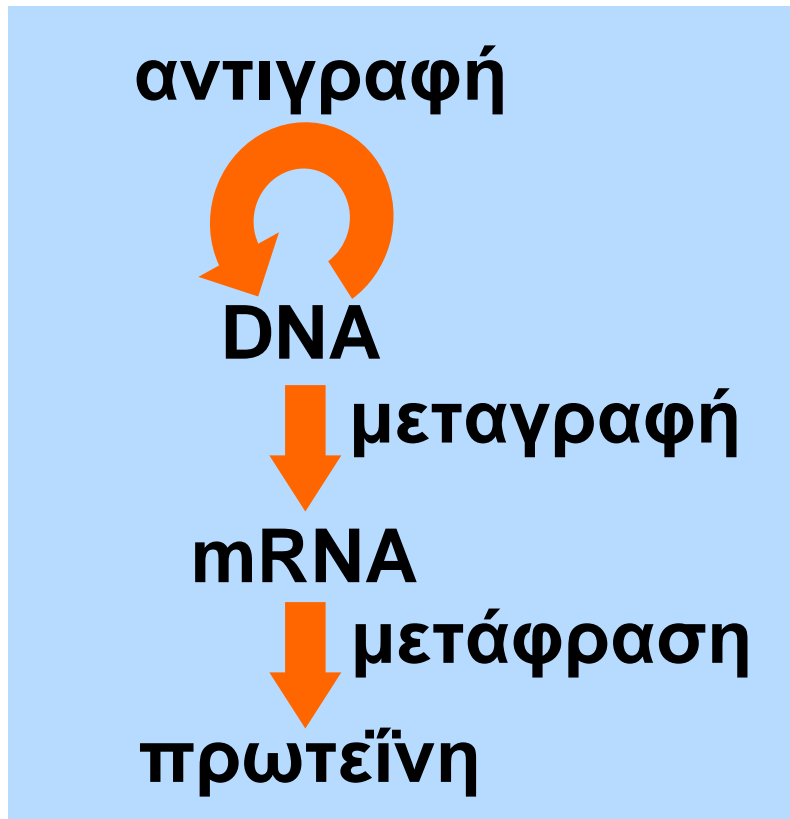
Εικ. 5.12 Η διαδικασία της μετάφρασης (πρωτεϊνοσύνθεση).

Το mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή προσδένεται σε ένα ριβόσωμα, για να ξεκινήσει η διαδικασία της μετάφρασης (πρωτεϊνοσύνθεση), από την οποία θα προκύψει τελικά η πρωτεΐνη.

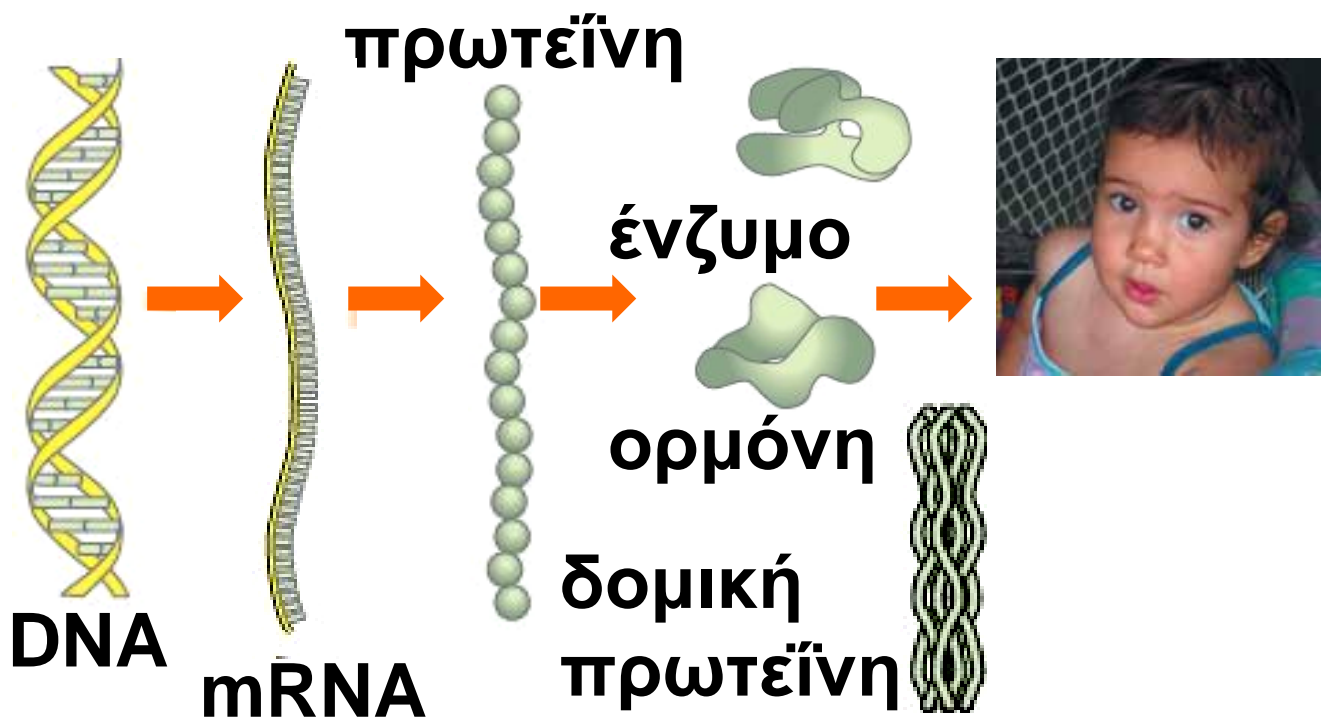
Στην πρωτεϊνοσύνθεση είναι απαραίτητη η συμμετοχή και των

τριών ειδών RNA που αναφέραμε. Το ένα άκρο του mRNA συνδέεται με ένα μόριο rRNA του ριβοσώματος χάρη στη συμπληρωματικότητα των αζωτούχων βάσεων. Στη συνέχεια, κατάλληλα μόρια tRNA, τα οποία εμφανίζουν επίσης συμπληρωματικότητα με το mRNA, μεταφέρουν διαδοχικά στο ριβόσωμα συγκεκριμένα αμινοξέα. Κάθε αμινοξύ συνδέεται με χημικό δεσμό με το επόμενο και έτσι σχηματίζεται η συγκεκριμένη πρωτεΐνη.

Οι διαδικασίες της αντιγραφής, της μεταγραφής και της μετάφρασης γίνονται με τη βοήθεια ειδικών ενζύμων. Οι διαδικασίες αυτές συνοψίζονται στο Κεντρικό Δόγμα της βιολογίας, που περιγράφει τη ροή της γενετικής πληροφορίας.



Εικ. 5.13 Το Κεντρικό Δόγμα της βιολογίας



Εικ. 5.14 Από τα γονίδια στα χαρακτηριστικά.



1. Να βάλετε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση:

A. Σε ένα δίκλωνο μόριο DNA η αδενίνη είναι συμπληρωματική με:

- α. τη γουανίνη**
- β. την κυτοσίνη**
- γ. τη θυμίνη**
- δ. την ουρακίλη**

B. Κατά την αντιγραφή του DNA:

- α. ανοίγει η διπλή έλικα**
- β. συμμετέχουν πολλά ένζυμα**
- γ. σχηματίζονται δύο πανομοιότυπα μόρια DNA**
- δ. συμβαίνουν όλα όσα αναφέρονται στα α, β και γ**

Γ. Η μετάφραση του mRNA:

- α. συντελείται στον πυρήνα του ευκαρυωτικού κυττάρου**
- β. γίνεται στο ριβόσωμα με τη συμμετοχή του tRNA**
- γ. είναι μια διαδικασία που προηγείται της μεταγραφής**
- δ. είναι μια διαδικασία κατά την οποία συμβαίνουν όλα όσα αναφέρονται στα α, β και γ**

2. Να αντιστοιχίσετε τους όρους της στήλης I με τις κατάλληλες φράσεις της στήλης II:

I	II
mRNA tRNA rRNA	Αποτελεί συστατικό του ριβοσώματος. Περιέχει την αζωτούχο βάση θυμίνη. Μεταφέρει τη γενετική πληροφορία. Μεταφέρει αμινοξέα στο ριβόσωμα.

3. Ένα τμήμα μιας αλυσίδας ενός μορίου DNA αποτελείται από την παρακάτω αλληλουχία αζωτούχων βάσεων:

...AATTGCCCATGG...

Ποια είναι η αλληλουχία των αζωτούχων βάσεων:

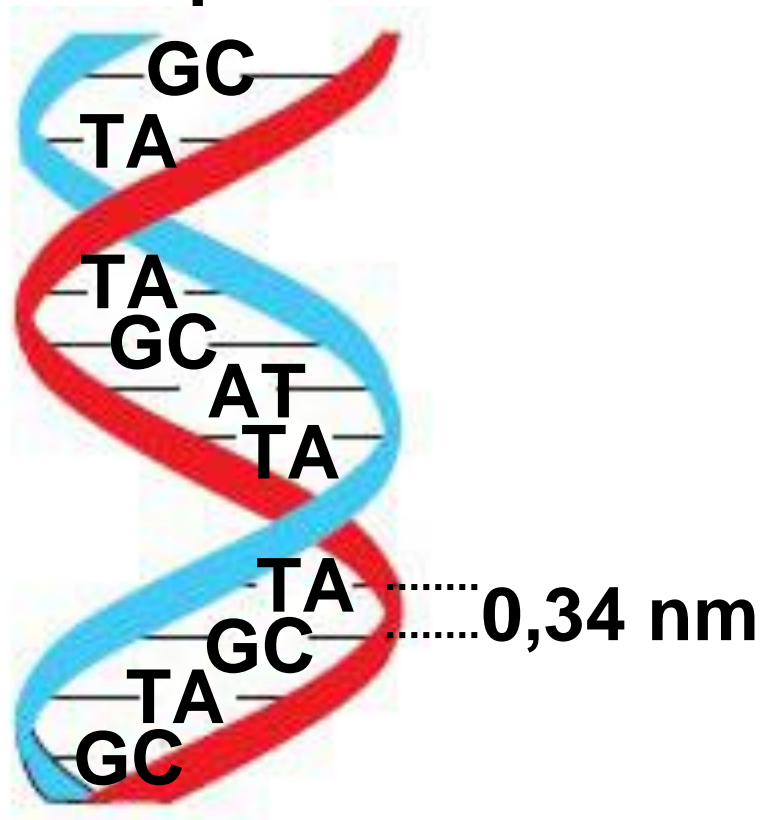
- α.** της συμπληρωματικής αλυσίδας του παραπάνω τμήματος του DNA;
- β.** του RNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του τμήματος της αλυσίδας του DNA που δόθηκε;

4. Όπως μπορείτε να διακρίνετε στην παρακάτω εικόνα, η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ζευγών βάσεων του DNA είναι 0,34 nm.

- α.** Να υπολογίσετε, σε μέτρα, το συνολικό μήκος που θα έχει το DNA ενός ανθρώπινου σωματικού κυττάρου, με δεδομένο ότι

το DNA αυτό αποτελείται από 6×10^9 ζεύγη βάσεων. Δίνεται ότι $1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}$.

β. Να εξηγήσετε, με τη βοήθεια της εικόνας 5.2, πώς ένα μόριο με τόσο μεγάλο μήκος χωράει στον πυρήνα του κυττάρου.



5.2 Αλληλόμορφα

Οι διπλοειδείς οργανισμοί περιέχουν τις γενετικές πληροφορίες, τα γονίδια, δύο φορές, μία από

τη μητέρα και μία από τον πατέρα. Κάθε γονίδιο μπορεί να εμφανίζεται με διαφορετικές μορφές, που ονομάζονται αλληλόμορφα. Συνεπώς, για κάθε χαρακτηριστικό οι διπλοειδείς οργανισμοί διαθέτουν δύο αλληλόμορφα, τα οποία βρίσκονται σε αντίστοιχες θέσεις των ομόλογων χρωμοσωμάτων. Ένα άτομο μπορεί να φέρει ίδια ή διαφορετικά αλληλόμορφα για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Για παράδειγμα, όσον αφορά τη μορφή των λοβών των αυτιών, μπορεί το ένα αλληλόμορφο να καθορίζει ελεύθερους λοβούς και το άλλο προσκολλημένους.



Εικ. 5.15 Οι λοβοί των αυτιών μπορεί να είναι προσκολλημένοι (α) ή ελεύθεροι (β).

Όταν τα αλληλόμορφα είναι ίδια, το άτομο που τα φέρει είναι ομόζυγο για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, ενώ, αν είναι διαφορετικά, το άτομο είναι ετερόζυγο. Ένα ομόζυγο άτομο που φέρει δύο αλληλόμορφα τα οποία καθορίζουν ελεύθερους λοβούς εκδηλώνει αυτό το χαρακτηριστικό. Ομοίως, ένα ομόζυγο άτομο που φέρει δύο αλληλόμορφα τα οποία καθορίζουν προσκολλημένους λοβούς εμφανίζει αυτό το χαρακτηριστικό. Επίσης, ένα άτομο ετερόζυγο για τα παραπάνω αλληλόμορφα έχει ελεύθερους λοβούς. Αυτό συμβαίνει επειδή το αλληλόμορφο για τους ελεύθερους λοβούς καλύπτει τη δράση του αλληλομόρφου για τους προσκολλημένους λοβούς. Το αλληλόμορφο του οποίου η δράση εκδηλώνεται στην ετερόζυγη κατάσταση ονομάζεται επικρατές

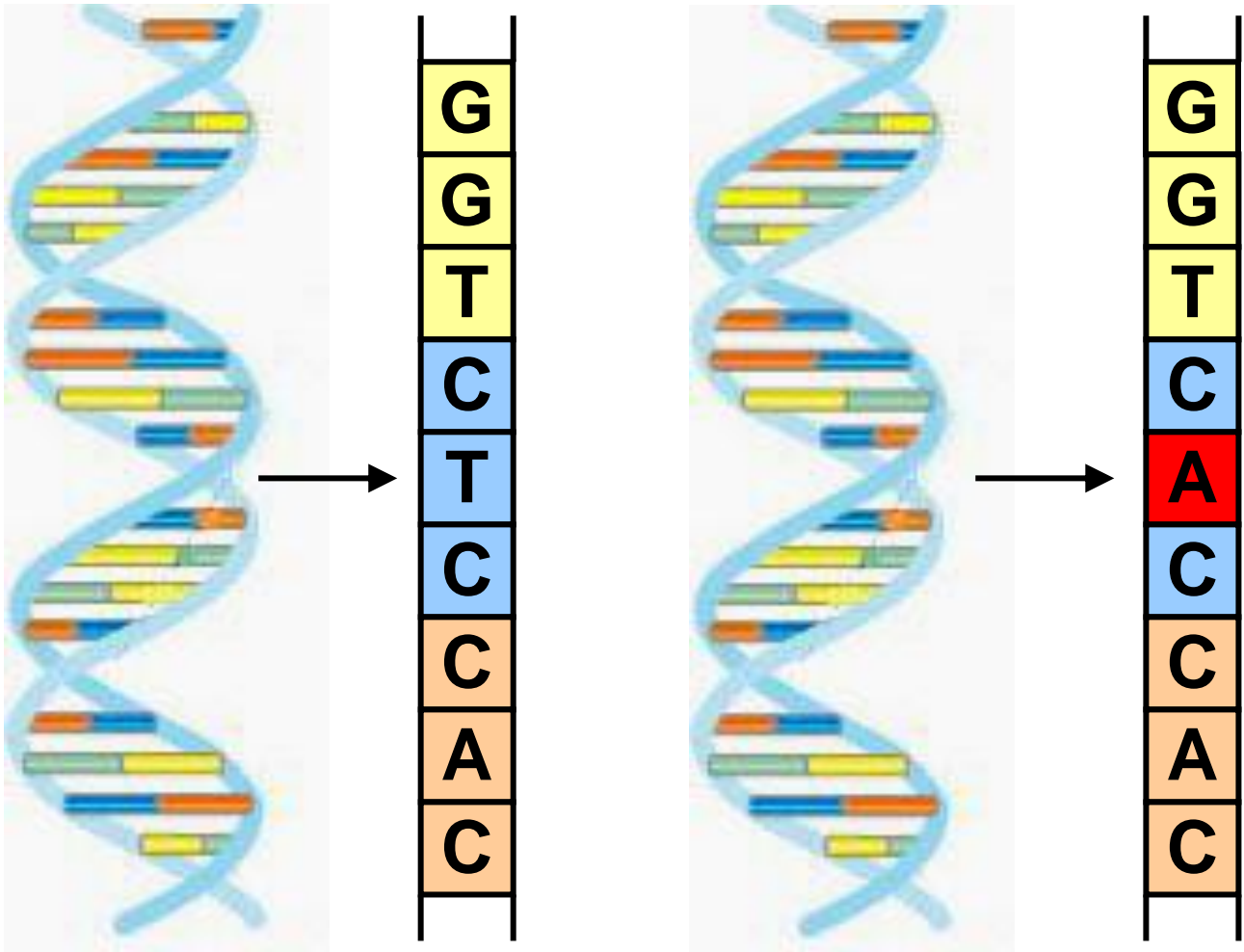
και συμβολίζεται συνήθως με κεφαλαίο γράμμα (π.χ. Α). Το αλληλόμορφο του οποίου η δράση δεν εκδηλώνεται στην ετερόζυγη κατάσταση ονομάζεται **υπολειπόμενο** και συνήθως συμβολίζεται με το αντίστοιχο πεζό γράμμα (π.χ. α). Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι τα υπολειπόμενα αλληλόμορφα μπορούν να εκδηλωθούν μόνο σε ομόζυγη κατάσταση.



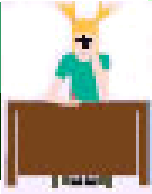
Εικ. 5.16 Η ικανότητα αναδίπλωσης της γλώσσας οφείλεται σε επικρατές αλληλόμορφο.



Εικ. 5.17 Γραμμή τριχοφυΐας: με κορυφή (α), χωρίς κορυφή (β).



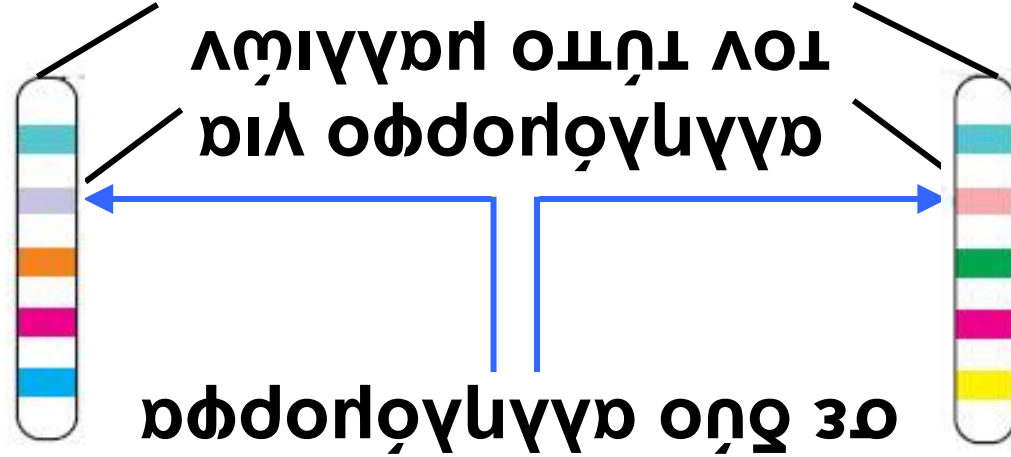
Εικ. 5.18 Τα αλληλόμορφα εντοπίζονται στις αντίστοιχες θέσεις στα ομόλογα χρωμοσώματα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, διαφέρουν σε ένα νουκλεοτίδιο.



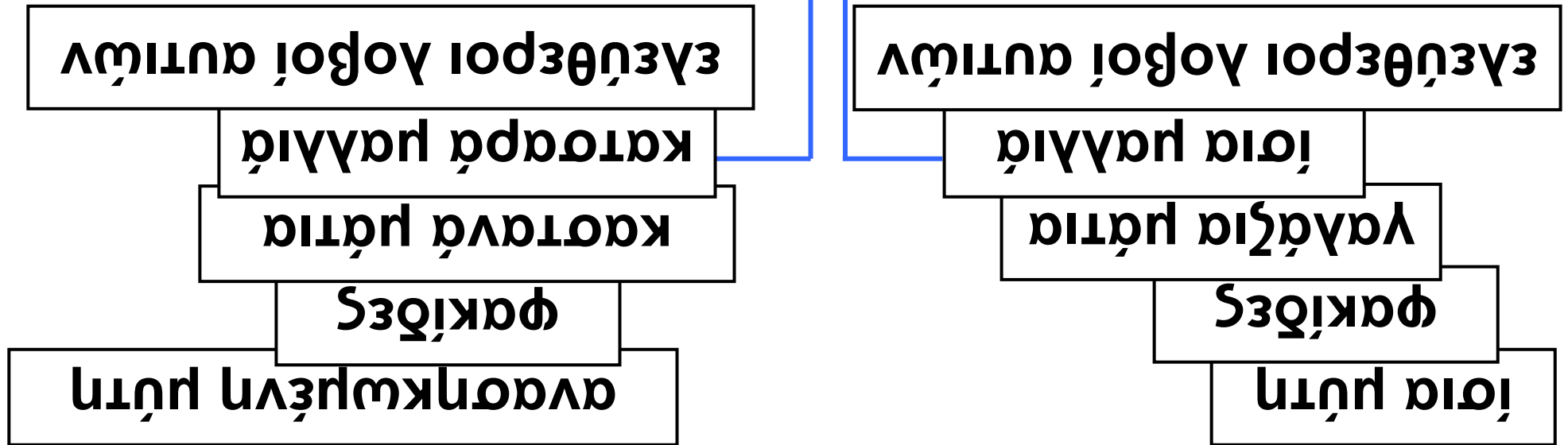
1. Να επιλέξετε τους κατάλληλους όρους και να συμπληρώσετε τα κενά του κειμένου που ακολουθεί, ώστε οι προτάσεις να είναι σωστές (κάθε όρος θα χρησιμοποιηθεί μία φορά): επικρατές, υπολειπόμενο, υπολειπόμενα, αλληλόμορφο.

Η Δανάη έχει κόκκινα μαλλιά και είναι ομόζυγη για το χαρακτηριστικό αυτό. Ο μικρός της αδελφός έχει μαύρα μαλλιά και είναι ετερόζυγος για το ίδιο χαρακτηριστικό. Επειδή το που εκφράζεται στην ετερόζυγη κατάσταση είναι αυτό για τα μαύρα μαλλιά, συμπεραίνουμε ότι η Δανάη έχει δύο, ενώ ο αδελφός της έχει ένα και ένα

Αναζήτηση Σοληζών με Χρωματισμό



αυτές οι κάρτες αντιστοιχούν σε ομοσφαιρική μορφή



2. Στην παραπάνω εικόνα έχουν σχεδιαστεί τα γονίδια ενός ατόμου για πέντε χαρακτηριστικά. Τα διαφορετικά αλληλόμορφα παριστάνονται με διαφορετικά χρώματα. Για ποια χαρακτηριστικά το άτομο είναι ομόζυγο και για ποια ετερόζυγο; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (Υποθέτουμε ότι τα γονίδια για τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά εντοπίζονται στο ίδιο χρωμόσωμα.)

3. Ο Αχιλλέας διαθέτει τα αλληλόμορφα που φαίνονται στον πίνακα της επόμενης σελίδας:

Να σχεδιάσετε τον Αχιλλέα έτσι ώστε να διακρίνονται τα χαρακτηριστικά του σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Να αιτιολογήσετε κάθε επιλογή σας.

ΑΛΛΗΛΟΜΟΡΦΑ

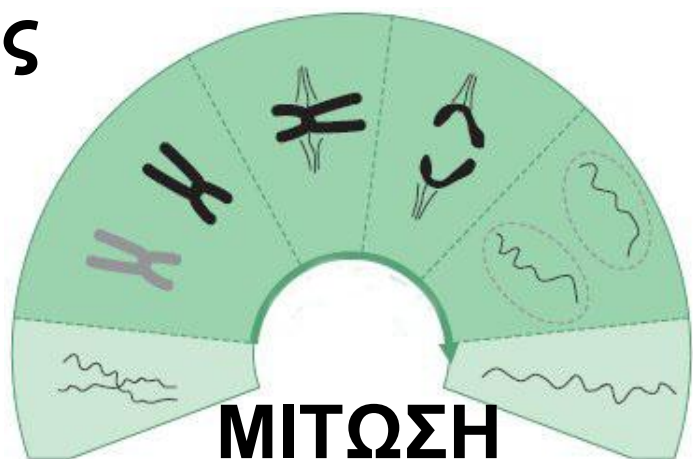
Γραμμή τριχοφυΐας με κορυφή (επικρατές)	Γραμμή τριχοφυΐας χωρίς κορυφή (υπολειπόμενο)
Προσκολλημένοι λοβοί αυτιών (υπολειπόμενο)	Προσκολλημένοι λοβοί αυτιών (υπολειπόμενο)
Πτύχωση γλώσσας (επικρατές)	Μη πτύχωση γλώσσας (υπολειπόμενο)
Γαλάζια μάτια (υπολειπόμενο)	Καστανά μάτια (επικρατές)

5.3 Κυτταρική διαίρεση

Μίτωση

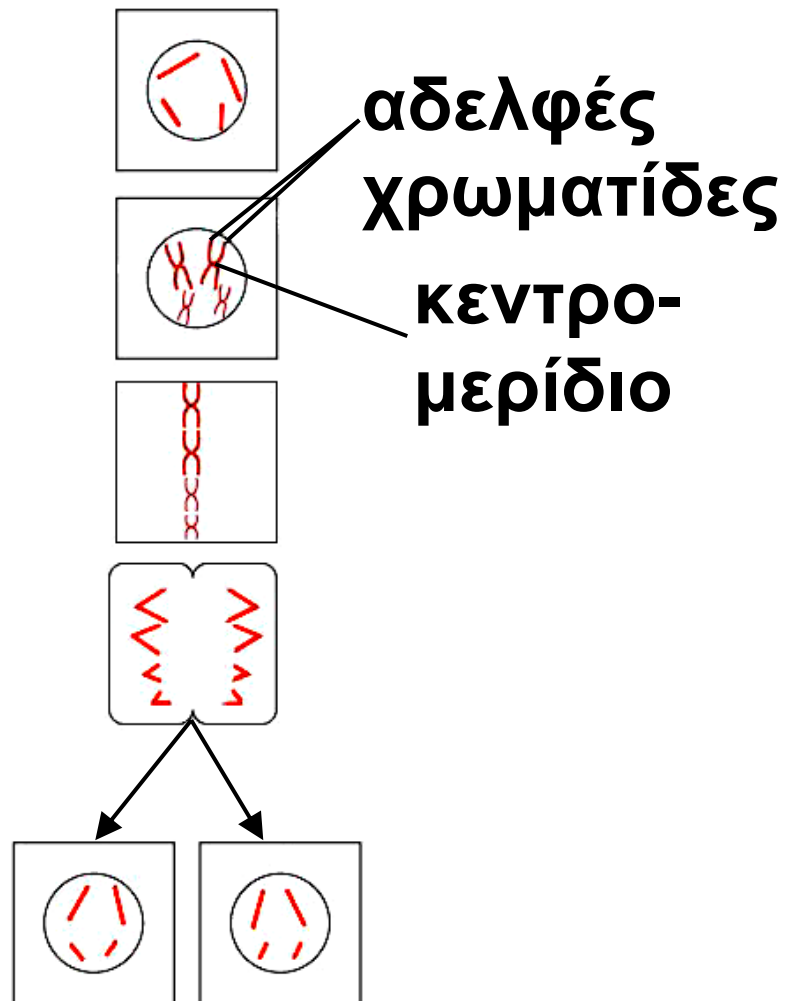
Αξίζει τον κόπο να θυμηθούμε ότι η ζωή μας ξεκίνησε από ένα κύτταρο, το γονιμοποιημένο ωάριο ή ζυγωτό. Από το κύτταρο αυτό προκύπτει

τελικά ένας πολυκύτταρος οργανισμός, όλα τα κύτταρα του οποίου περιέχουν τις ίδιες γενετικές πληροφορίες με το ζυγωτό. Η ανάπτυξη των οργανισμών, η ανανέωση των ιστών, για παράδειγμα του δέρματος, η επούλωση μιας πληγής, αλλά και ο πολλαπλασιασμός ορισμένων μονοκύτταρων ευκαρυωτικών οργανισμών, όπως η αμοιβάδα, απαιτούν τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό. Τα νέα κύτταρα που προκύπτουν θα πρέπει να περιέχουν τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων και τις ίδιες γενετικές πληροφορίες με το αρχικό. Αυτό εξασφαλίζεται στην κυτταρική διαίρεση, με μια διαδικασία που ονομάζεται **μίτωση**.

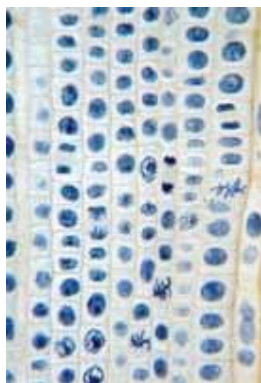


Πριν από την έναρξη της κυτταρικής διαίρεσης έχει προηγηθεί η αντιγραφή του DNA και συνεπώς ο διπλασιασμός της γενετικής πληροφορίας. Μετά την αντιγραφή κάθε χρωμόσωμα αποτελείται πλέον από τα δύο αντίγραφα του DNA, που ονομάζονται αδελφές χρωματίδες. Αυτές είναι συμμετρικές και όμοιες, επειδή αποτελούν ίδια μόρια DNA, και είναι ενωμένες σε μία περιοχή τους, το κεντρομερίδιο. Κατά την έναρξη της μίτωσης τα χρωμοσώματα συσπειρώνονται και αρχίζουν να μετακινούνται, ώστε να διαταχθούν σε ένα επίπεδο. Στη συνέχεια, οι δύο αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος αποχωρίζονται και απομακρύνονται. Το κυτταρόπλασμα διαιρείται και δημιουργούνται δύο νέα κύτταρα.

Στους πολυκύτταρους οργανισμούς τα σωματικά κύτταρα διαιρούνται με μίτωση.



Εικ. 5.19 Τα στάδια της μίτωσης



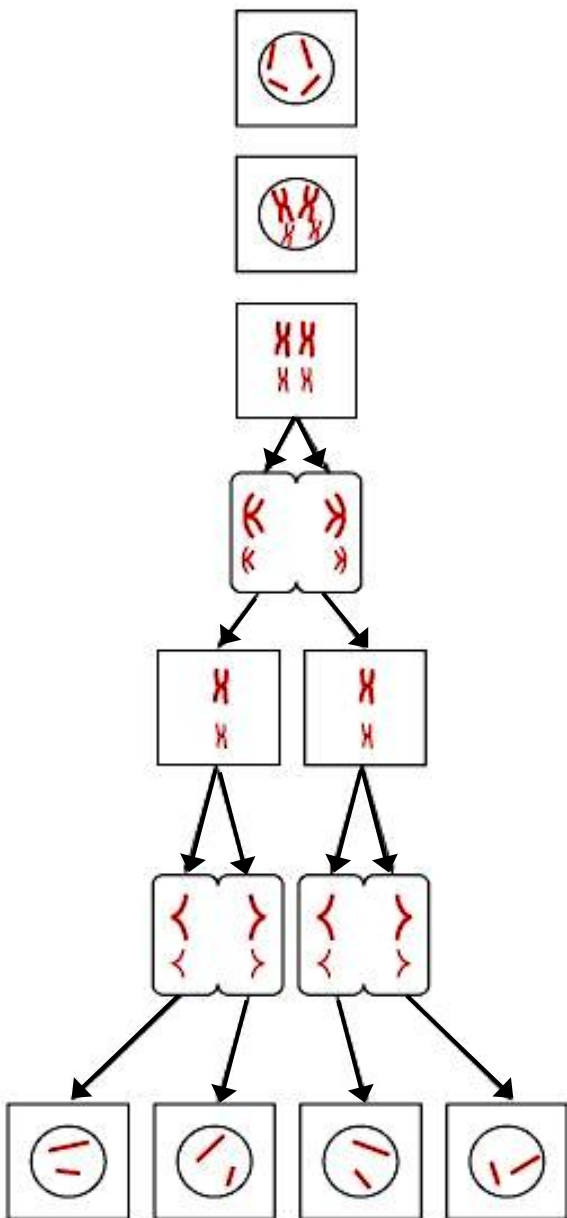
Εικ. 5.20 Φυτικά κύτταρα σε διάφορα στάδια μίτωσης, όπως φαίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο.

Μείωση

Τα γεννητικά κύτταρα, οι γαμέτες, των διπλοειδών οργανισμών που αναπαράγονται με αμφιγονία προκύπτουν με ένα διαφορετικό είδος κυτταρικής διαίρεσης, τη μείωση.

Κατά την αμφιγονία το ζυγωτό που προκύπτει από τη σύντηξη των γαμετών (γονιμοποίηση) θα πρέπει να έχει τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων με τα κύτταρα των γονέων του. Για να συμβεί αυτό, ο κάθε γαμέτης θα πρέπει να περιέχει όλες τις γενετικές πληροφορίες μία φορά. Δηλαδή να έχει τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων (απλοειδής αριθμός) σε σχέση με τα σωματικά κύτταρα, που είναι διπλοειδή. Η μείωση λοιπόν είναι η διαδικασία με την οποία εξασφαλίζεται ο απλοειδής αριθμός χρωμοσωμάτων

των γαμετών. Πραγματοποιείται σε συγκεκριμένα διπλοειδή κύτταρα, που ονομάζονται άωρα γεννητικά κύτταρα. Από αυτά θα προκύψουν τελικά οι γαμέτες του πολυκύτταρου οργανισμού.

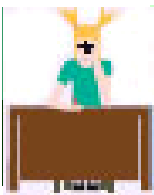


Εικ. 5.21 Σχηματική παράσταση της μείωσης για ένα υποθετικό κύτταρο με δύο ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων.

Πριν από την έναρξη της μείωσης έχει προηγηθεί και πάλι η αντιγραφή του DNA, με αποτέλεσμα κάθε χρωμόσωμα να αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες, ενωμένες στο κεντρομερίδιο. Στην αρχή της μείωσης, οι δύο αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος συσπειρώνονται. Τα ομόλογα χρωμοσώματα διατάσσονται σε ζεύγη, το ένα απέναντι από το άλλο. Κατόπιν αποχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα κάθε ζεύγους (αλλά όχι οι αδελφές χρωματίδες) και σχηματίζονται δύο νέα κύτταρα, που το καθένα πλέον έχει τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων σε σχέση με το αρχικό. Αυτή είναι η 1η μειωτική διαίρεση. Στη συνέχεια, στο καθένα από τα δύο κύτταρα οι αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος αποχωρίζονται και προκύπτουν

δύο νέα κύτταρα, που το καθένα έχει μία αδελφή χρωματίδα από κάθε ομόλογο ζευγάρι χρωμοσωμάτων (2η μειωτική διαίρεση).

Συνολικά, λοιπόν, από ένα αρχικό διπλοειδές κύτταρο προκύπτουν κατά τη μείωση τέσσερα απλοειδή γεννητικά κύτταρα, που το καθένα έχει τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων σε σχέση με το αρχικό.



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. Με μίτωση διαιρούνται τα σωματικά κύτταρα των πολυκύτταρων οργανισμών

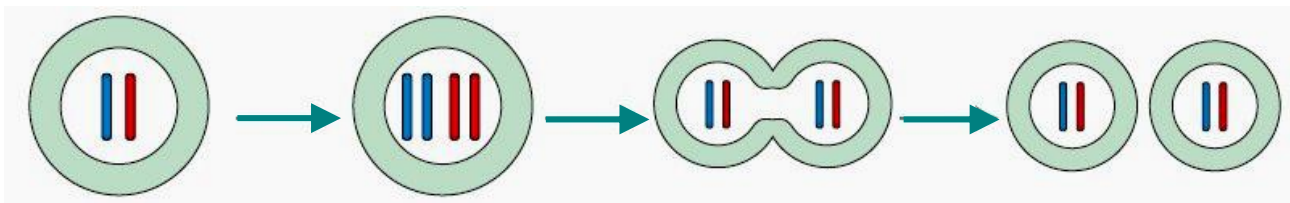
β. Με τη μείωση διατηρείται σταθερός ο αριθμός χρωμοσωμάτων στα νέα κύτταρα που προκύπτουν.

γ. Η μίτωση ολοκληρώνεται σε δύο στάδια, στην πρώτη μιτωτική διαίρεση και στη δεύτερη μιτωτική διαίρεση.

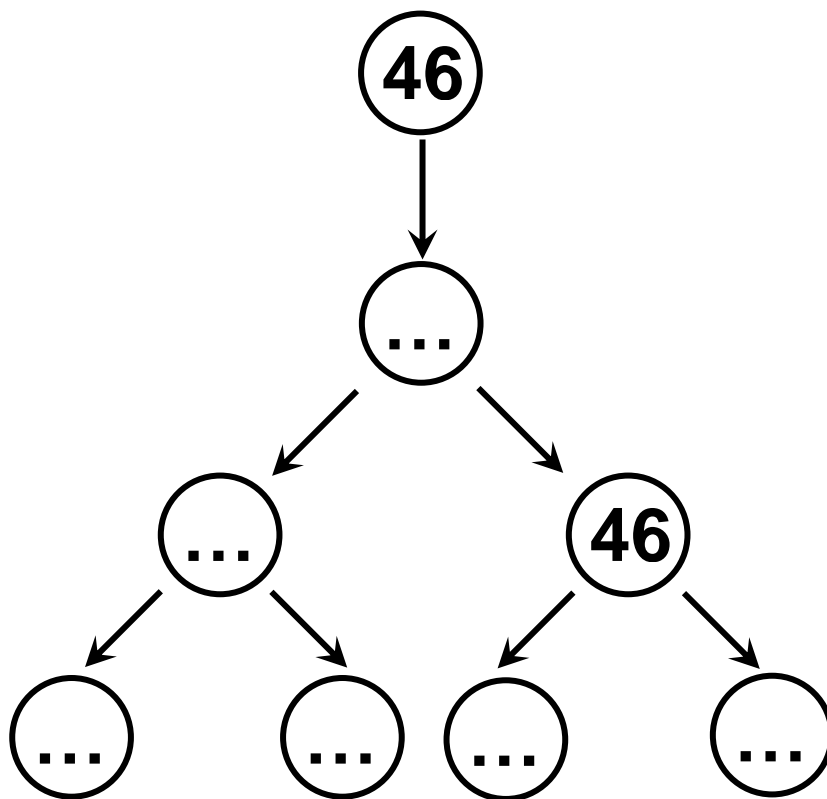
δ. Η αντιγραφή του DNA προηγείται της μείωσης και έτσι το χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες.

2. Να γράψετε τρεις προτάσεις όπου θα χρησιμοποιήσετε καθέναν από τους παρακάτω όρους, έτσι ώστε να αποδίδεται σωστά η έννοιά τους: απλοειδής γαμέτης, αδελφές χρωματίδες, μίτωση.

3. Ποιο είδος κυτταρικής διαίρεσης παρουσιάζει η παρακάτω εικόνα; Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας.



4. Στο παρακάτω σχήμα να συμπληρώσετε τα κενά που αφορούν τον αριθμό μορίων DNA κατά την παραγωγή γαμετών στον άνθρωπο.



5.5 Κληρονομικότητα

Οι οργανισμοί, καθώς αναπτύσσονται, εμφανίζουν μια μεγάλη

ποικιλία χαρακτηριστικών, από τα οποία άλλα έχουν κληρονομήσει από τους γονείς τους και άλλα οφείλονται στις επιδράσεις του περιβάλλοντος. Εάν, για παράδειγμα, μπορείτε να αναδιπλώνετε τη γλώσσα σας, αυτό είναι ένα κληρονομικό χαρακτηριστικό, ενώ, αν μπορείτε να μιλάτε τρεις ξένες γλώσσες, αυτό οφείλεται σε εκπαίδευση και μελέτη, είναι συνεπώς ένα επίκτητο χαρακτηριστικό. Η μεταβίβαση των γενετικών χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους ονομάζεται κληρονομικότητα.



**Εικ. 5.22 Τα
μονοζυγωτικά
δίδυμα, όπως αυτά
της φωτογράφιας,
προέρχονται από**

**το ίδιο ωάριο και σπερματοζωάριο,
άρα έχουν τον ίδιο γονότυπο.**

Οι νόμοι του Μέντελ

**Τα χαρακτηριστικά μας καθορίζο-
νται από γονίδια που βρίσκονται
στα ομόλογα χρωμοσώματα. Το
ένα χρωμόσωμα κάθε ζεύγους το
έχουμε πάρει από τον πατέρα μας
και το άλλο από τη μητέρα μας.
Αυτό σημαίνει ότι για κάθε χαρακτη-
ριστικό μας έχουμε κληρονομήσει
ένα αλληλόμορφο από τον πατέρα
μας και ένα από τη μητέρα μας. Το
σύνολο των αλληλομόρφων που
βρίσκονται σε κάθε κύτταρο ενός**

οργανισμού αποτελεί τον γονότυπο του οργανισμού, ενώ το σύνολο των χαρακτηριστικών του (μορφολογικών, ανατομικών, φυσιολογικών κτλ.) αποτελεί τον φαινότυπό του.

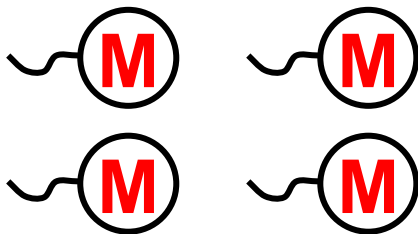
Ας εξετάσουμε πώς κληρονομείται ένα χαρακτηριστικό, π.χ. το χρώμα των ματιών. Τι θα συμβεί αν, για παράδειγμα, η μητέρα έχει γαλανά μάτια και ο πατέρας καστανά και είναι και οι δύο ομόζυγοι γι' αυτό το χαρακτηριστικό; Ποιο θα είναι το χρώμα ματιών του παιδιού; Αν συμβολίσουμε με M το επικρατές αλληλόμορφο για τα καστανά μάτια και με m το υπολειπόμενο αλληλόμορφο για τα γαλανά, τότε:

γονότυπος

πατέρα **MM**



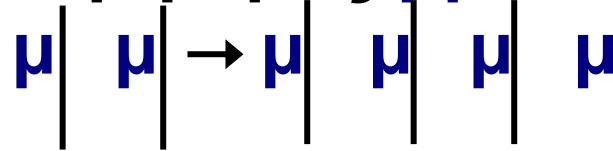
με μείωση θα
δημιουργηθούν
σπερματοζωάρια



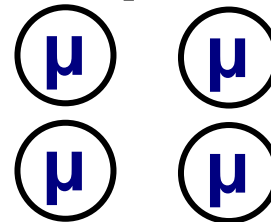
Όλα τα σπερματο-
ζωάρια θα φέρουν
το γονίδιο **M**

γονότυπος

μητέρας **μμ**



με μείωση θα
δημιουργηθούν
ωάρια



Όλα τα ωάρια
θα φέρουν
το γονίδιο **μ**



Από τους πιθανούς συνδυασμούς θα προκύψουν τα ζυγωτά:

	μ	μ
M	$M\mu$	$M\mu$
M	$M\mu$	$M\mu$

Όλα τα παιδιά θα είναι ετερόζυγα και θα έχουν καστανά μάτια.

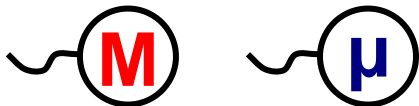
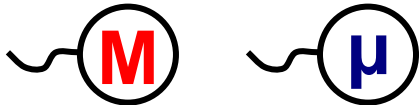
Τι θα συμβεί αν η μητέρα και ο πατέρας είναι ετερόζυγοι για το καστανό χρώμα των ματιών; Ποιο θα είναι το χρώμα ματιών του παιδιού;

γονότυπος

πατέρα **M**μ

M | μ | → **M** | **M** | μ | μ |

με μείωση θα
δημιουργηθούν
σπερματοζωάρια



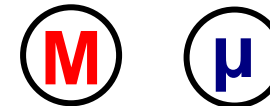
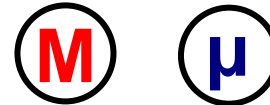
Τα μισά από τα σπερματοζωάρια θα φέρουν το αλληλόμορφο **M** και τα άλλα μισά το **μ**.

γονότυπος

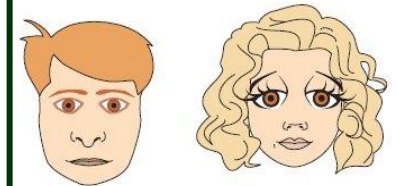
μητέρα **M**μ

M | μ | → **M** | **M** | μ | μ |

με μείωση θα
δημιουργηθούν
ωάρια



Τα μισά από τα ωάρια θα φέρουν το αλληλόμορφο **M** και τα άλλα μισά το **μ**.



Από τους πιθανούς συνδυασμούς θα προκύψουν τα ζυγωτά:

	M	μ
M	MM	Mμ
μ	μM	μμ

Το παιδί με γονότυπο MM θα έχει καστανά μάτια, το παιδί με γονότυπο Mμ ή μM θα έχει καστανά μάτια και το παιδί με γονότυπο μμ θα έχει γαλανά μάτια.

Συνεπώς η πιθανότητα να γεννηθεί παιδί με γαλανά μάτια είναι 25% (1/4), ενώ με καστανά μάτια 75% (3/4), κι αυτό θα ισχύει κάθε φορά που θα δημιουργείται ένα ζυγωτό.



Ας σκεφτούμε

Ποιο θα είναι το χρώμα των ματιών των παιδιών αν η μητέρα έχει γαλανά μάτια και ο πατέρας

είναι ετερόζυγος και έχει καστανό χρώμα ματιών;



ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΑΛΛΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ **Η ζωή είναι γεμάτη εκπλήξεις!**

Από τις γνώσεις που αποκτήσατε σε αυτή την ενότητα ίσως συμπεράνατε ότι γονείς με γαλανά μάτια θα αποκτήσουν οπωσδήποτε παιδιά με γαλανά μάτια. Αυτό όμως δεν συμβαίνει πάντοτε. Κάποιες φορές γονείς με γαλανά μάτια μπορεί να αποκτήσουν παιδί με καστανά μάτια. Αυτό γίνεται επειδή ο τρόπος κληρονομής αυτού του χαρακτηριστικού είναι αρκετά πολύπλοκος και δεν οφείλεται σε ένα μόνο ζεύγος αλληλομόρφων αλλά σε μια ομάδα γονιδίων που συνεργάζονται. Ορισμένες φορές τα γονίδια αυτά δίνουν ένα απροσδόκητο

αποτέλεσμα. Έτσι, το χρώμα των ματιών ενός ανθρώπου μπορεί να είναι καστανοπράσινο, γαλαζοπράσινο ή γκρίζο. Μην εκπλαγείτε ακόμα κι αν συναντήσετε έναν άνθρωπο με ένα μάτι γαλάζιο και ένα μάτι καστανό!

Τον τρόπο με τον οποίο κληρονομούνται τα χαρακτηριστικά των οργανισμών μελέτησε εκτεταμένα ο Μέντελ (G. Mendel). Ο Μέντελ χρησιμοποίησε για τα πειράματά του το μωσχομπίζελο, οι νόμοι όμως στους οποίους κατέληξε ισχύουν για όλους τους διπλοειδείς οργανισμούς. Οι νόμοι αυτοί αναφέρουν:

- Τα άτομα που προέρχονται από διασταύρωση ομόζυγων γονέων οι οποίοι διαφέρουν σε ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά είναι**

ομοιόμορφα μεταξύ τους ως προς τα χαρακτηριστικά αυτά.

- Όταν διασταυρώνουμε ετερόζυγα άτομα, επανεμφανίζονται στους απογόνους τους τα χαρακτηριστικά των γονέων τους με καθορισμένη αναλογία.

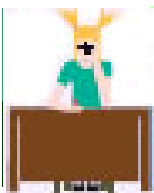


Η ΒΙΟΛΟΓΙΑ... ΧΘΕΣ, ΣΗΜΕΡΑ ΚΑΙ ΑΥΡΙΟ

Ο Μέντελ και τα μοσχομπίζελα

Ο Αυστριακός Γκρέγκορ Γιόχαν Μέντελ (Gregor Johann Mendel, 1822-1884) ήταν καλόγερος και πειραματίστηκε με φυτά μοσχομπίζελου. Κατόρθωσε να επιτύχει την επιλεκτική αυτογονιμοποίηση των φυτών καλύπτοντάς τα, ώστε να μη γονιμοποιηθούν από έντομα. Στη συνέχεια, συνέλεξε τους σπόρους από κάθε αυτογονιμοποίηση και,

αφού τους φύτεψε χωριστά, μελέτησε τη νέα γενιά φυτών. Κάθε φορά μελετούσε μία ή δύο ιδιότητες του φυτού (π.χ. χρώμα λουλουδιών, σχήμα καρπού), έπαιρνε μεγάλο αριθμό απογόνων και έβγαζε στατιστικά αποτελέσματα. Ο Μέντελ δημοσίευσε για πρώτη φορά τα αποτελέσματα των ερευνών του το 1865, θεμελιώνοντας έτσι την επιστήμη της γενετικής. Το έργο του αναγνωρίστηκε τριάντα χρόνια μετά τον θάνατό του.



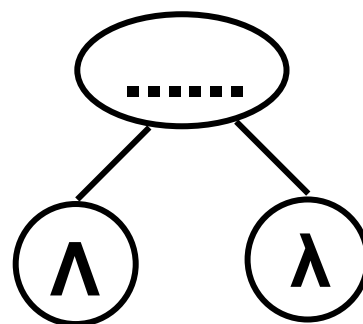
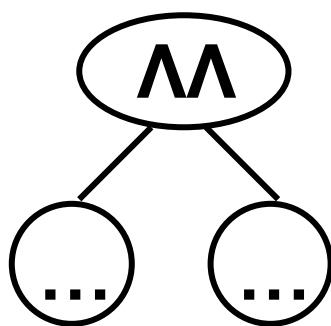
Ερωτήσεις

Προβλήματα

Δραστηριότητες

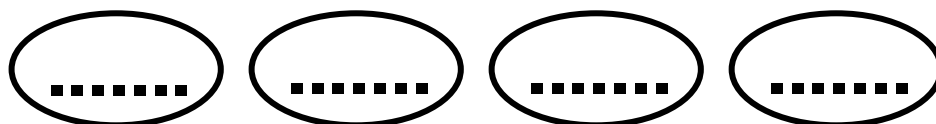
1. Στο παρακάτω διάγραμμα να συμπληρώσετε σωστά τους γονότυπους που ζητούνται:

Γονότυποι
γονέων



Γαμέτες

Γονότυποι
παιδιών



2. Ένα ζευγάρι έχει αποκτήσει ένα αγόρι που έχει προσκολλημένους λοβούς αυτιών. Η μητέρα του και ο πατέρας του έχουν ελεύθερους λοβούς αυτιών. Πώς μπορείτε να εξηγήσετε το γεγονός αυτό με δεδομένο ότι το αλληλόμορφο για τους προσκολλημένους λοβούς αυτιών είναι υπολειπόμενο; Να γράψετε τους γονότυπους των γονέων και του αγοριού χρησιμοποιώντας το γράμμα A για το επικρατές και το γράμμα a για το υπολειπόμενο αλληλόμορφο.

3. Η γραμμή τριχοφυΐας με κορυφή οφείλεται σε επικρατές αλληλόμορφο. Ποιος θα είναι ο φαινότυπος των παιδιών ενός ζευγαριού που η μητέρα έχει γραμμή τριχοφυΐας με κορυφή και ο πατέρας γραμμή τριχοφυΐας χωρίς κορυφή; Ποιος θα είναι ο πιθανός γονότυπος των γονέων και των παιδιών; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

4. Να συντάξετε έναν κατάλογο με τα χαρακτηριστικά που πιστεύετε ότι έχετε κληρονομήσει και με αυτά που πιστεύετε ότι έχετε αποκτήσει με την επίδραση του περιβάλλοντος. Με ποιον τρόπο πιστεύετε ότι το περιβάλλον σας συνέβαλε στην απόκτηση των επίκτητων χαρακτηριστικών;

5.6 Μεταλλάξεις

Οι οργανισμοί μερικές φορές εμφανίζουν νέα χαρακτηριστικά, τα οποία οφείλονται σε αλλαγές στο DNA τους. Πρόκειται για τυχαία και σπάνια φαινόμενα που μπορεί να συμβούν σε οποιοδήποτε κύτταρο, σωματικό ή γεννητικό. Οι αλλαγές στο DNA που συμβαίνουν είτε τυχαία είτε λόγω της επίδρασης παραγόντων του περιβάλλοντος ονομάζονται μεταλλάξεις. Παράγοντες που προκαλούν μεταλλάξεις ονομάζονται μεταλλαξογόνοι και μπορεί να είναι χημικές ουσίες ή ακτινοβολίες, όπως η υπεριώδης.

Στον άνθρωπο μια μετάλλαξη σε ένα γονίδιο έχει ως συνέπεια να μην παράγεται μια χρωστική, η μελανίνη. Άνθρωποι που είναι ομόζυγοι για το υπολειπόμενο αυτό

αλληλόμορφο έχουν λευκό δέρμα και λευκά μαλλιά. Αυτή η ασθένεια ονομάζεται αλφισμός και είναι αποτέλεσμα μιας γονιδιακής μετάλλαξης, δηλαδή μιας αλλαγής στην αλληλουχία του DNA που αντιστοιχεί σε αυτό το γονίδιο.

Σε άλλη περίπτωση, η αλλαγή στο γενετικό υλικό αφορά αλλαγή στον αριθμό των χρωμοσωμάτων. Οι άνθρωποι με σύνδρομο Ντάουν (Down) έχουν στα κύτταρά τους ένα επιπλέον χρωμόσωμα. Αυτό συμβαίνει συνήθως όταν σε μια γυναίκα δημιουργείται ένα ωάριο με 24 χρωμοσώματα αντί 23, που είναι το φυσιολογικό. Αν το ωάριο αυτό γονιμοποιηθεί από ένα φυσιολογικό σπερματοζωάριο, τότε το ζυγωτό, και συνεπώς και ο άνθρωπος που θα προκύψει, θα έχει συνολικά 47 αντί 46 χρωμοσώματα.



**Εικ. 5.23 Αθλήτρια
με σύνδρομο Ντάουν.**

Οι μεταλλάξεις δεν προκαλούν πάντα ασθένειες. Με τις μεταλλάξεις δημιουργούνται νέα αλληλόμορφα, που προσδίνουν νέες ιδιότητες στους οργανισμούς. Έτσι, αυξάνεται η γενετική ποικιλότητα και παρατηρούμε, για παράδειγμα, διαφορετικά χρώματα και σχήματα στα μάτια των ανθρώπων, διαφορετικά χρώματα στα τριαντάφυλλα, διαφορετικά σχήματα στα αυτιά των σκύλων κ.ά.



Ας σκεφτούμε

Για ποιο λόγο δεν πρέπει να καθόμαστε πολλές ώρες στον ήλιο το καλοκαίρι;

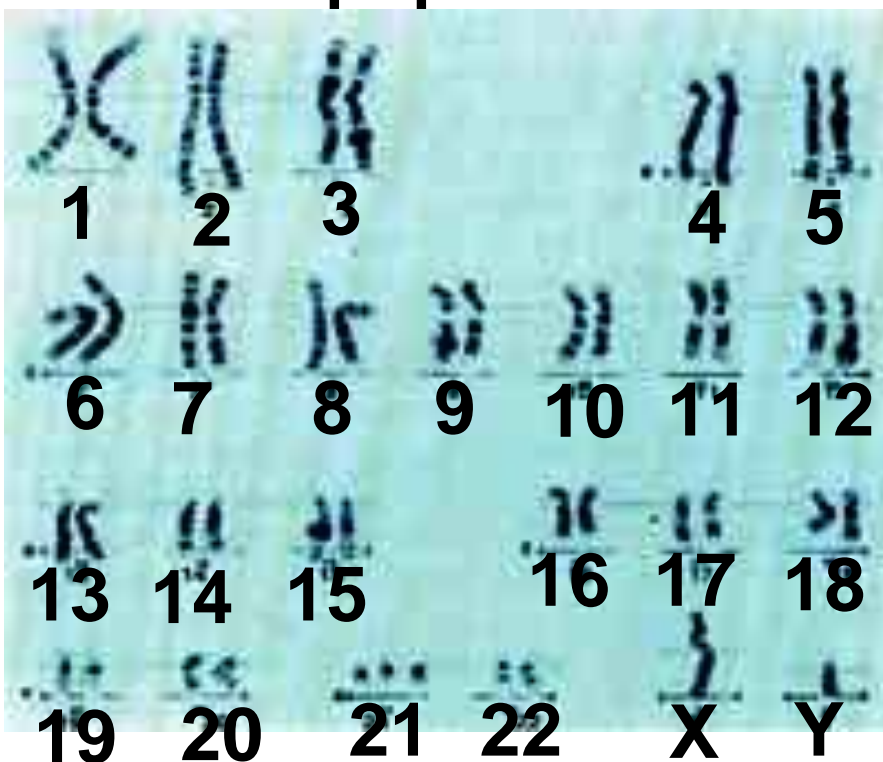


Ερωτήσεις

Προβλήματα

Δραστηριότητες

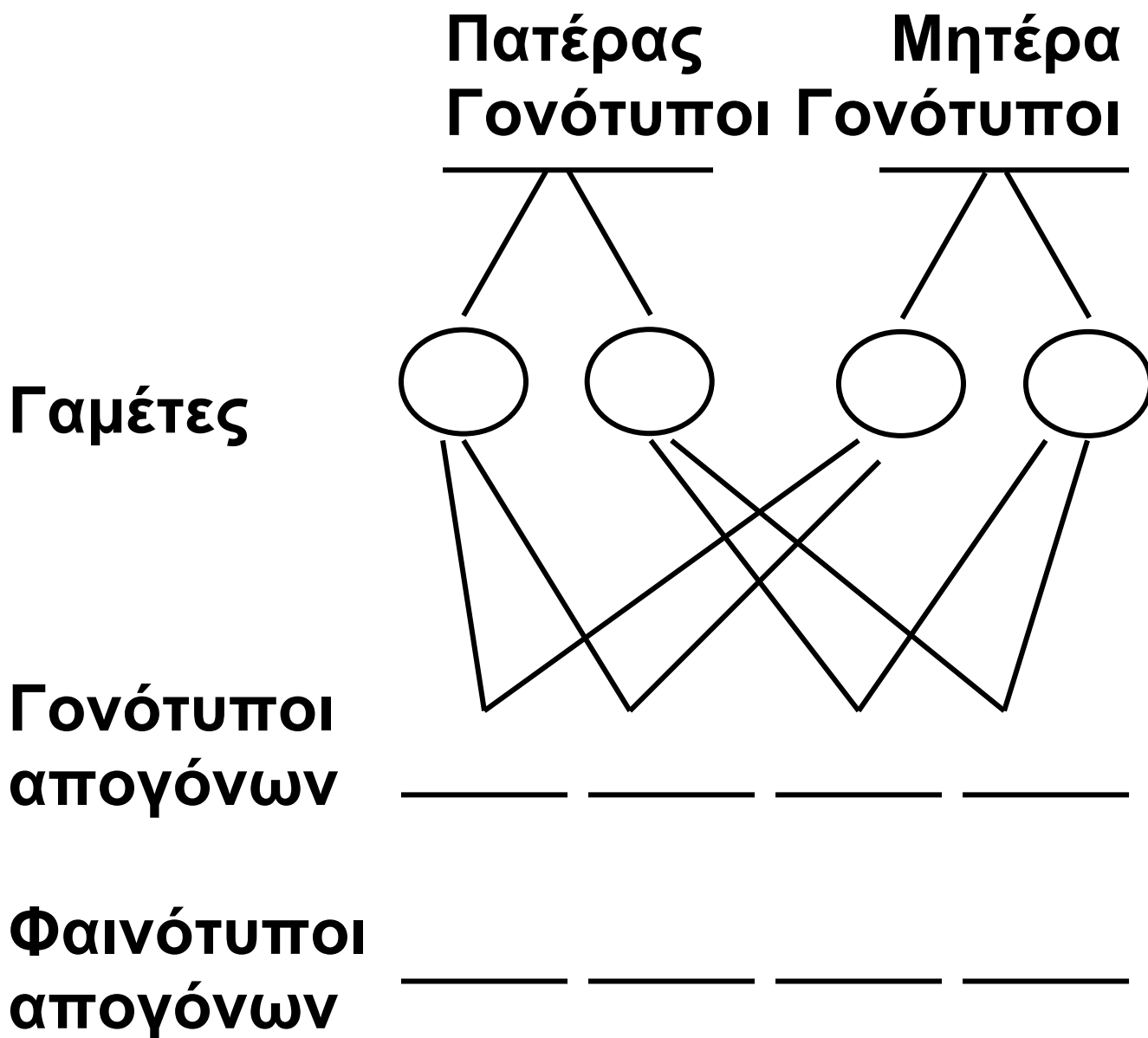
1. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται τα χρωμοσώματα σωματικού κυττάρου ενός αγοριού που πάσχει από σύνδρομο Ντάουν.



- α. Σε τι διαφέρουν τα χρωμοσώματα αυτά από τα χρωμοσώματα ενός αγοριού που δεν πάσχει από αυτό το σύνδρομο;
- β. Πόσα χρωμοσώματα είχε το ωάριο της μητέρας αυτού του αγοριού;
- γ. Πώς μπορεί να προέκυψε το ζυγώτο από το οποίο τελικά γεννήθηκε το άτομο με σύνδρομο Ντάουν;

2. Ένα ζευγάρι έχει αποφασίσει να αποκτήσει ένα παιδί. Και οι δύο γονείς είναι ετερόζυγοι για το αλληλόμορφο που προκαλεί τον αλφισμό. Να συμπληρώσετε το παρακάτω διάγραμμα δίνοντας τους γονότυπους των γονέων και τους γαμέτες, καθώς και τους πιθανούς φαινότυπους των απογόνων τους. Να χρησιμοποιήσετε το γράμμα A για το επικρατές αλληλόμορφο που δίνει τον φυσιολογικό

φαινότυπο και το γράμμα α για το υπολειπόμενο αλληλόμορφο.



 **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**
Το DNA είναι το γενετικό υλικό των οργανισμών και περιέχει τις γενετικές πληροφορίες σε

συγκεκριμένα τμήματά του, τα γονίδια. Το μακρομόριο αυτό οργανώνεται σε δομές, τα χρωμοσώματα. Τα διπλοειδή κύτταρα (2η) περιέχουν ζεύγη χρωμοσωμάτων, ενώ τα απλοειδή κύτταρα περιέχουν τις γενετικές πληροφορίες μία φορά (1η). Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων στα σωματικά κύτταρα του ανθρώπου είναι 46. Τα 44 από αυτά είναι αυτοσωμικά και τα Χ και Υ φυλετικά. Η παρουσία του χρωμοσώματος Υ χαρακτηρίζει το αρσενικό φύλο στον άνθρωπο. Οι λειτουργίες του γενετικού υλικού είναι η αποθήκευση, η διατήρηση και η μεταβίβαση, καθώς και η έκφραση της γενετικής πληροφορίας. Οι λειτουργίες αυτές επιτυγχάνονται με την αντιγραφή, τη μεταγραφή και τη μετάφραση. Τα αλληλόμορφα ενός γονιδίου μπορεί να είναι επικρατή ή

υπολειπόμενα. Όταν τα αλληλόμορφα ενός γονιδίου είναι ίδια, το άτομο που τα φέρει είναι ομόζυγο για το χαρακτηριστικό για το οποίο ευθύνεται το γονίδιο, ενώ, αν είναι διαφορετικά, το άτομο είναι ετερόζυγο. Το σύνολο των γονιδίων μας αποτελεί τον γονότυπο, ενώ το σύνολο των χαρακτηριστικών μας είναι ο φαινότυπος. Η κυτταρική διαίρεση μπορεί να γίνει με μίτωση ή με μείωση. Κατά τη μίτωση τα δύο νέα κύτταρα που προκύπτουν περιέχουν τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων και τις ίδιες γενετικές πληροφορίες με το αρχικό. Κατά τη μείωση, όπου επιτυγχάνεται η δημιουργία των γαμετών, τα τέσσερα γεννητικά κύτταρα που προκύπτουν έχουν τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων σε σχέση με το άωρο γεννητικό κύτταρο από το οποίο προέκυψαν, είναι

δηλαδή απλοειδή. Ο Μέντελ μελέτησε τον τρόπο που κληρονομούνται τα χαρακτηριστικά των οργανισμών και διατύπωσε δύο νόμους: α) Τα άτομα που προέρχονται από ομόζυγους γονείς είναι όλα ομοιόμορφα μεταξύ τους ως προς το χαρακτηριστικό που μελετάμε, β) Όταν διασταυρώσουμε ετερόζυγα άτομα, το χαρακτηριστικό θα εμφανιστεί στους απογόνους τους με ορισμένη αναλογία. Μια αλλαγή στη δομή ενός γονιδίου ή ενός χρωμοσώματος μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγή ενός χαρακτηριστικού. Μια τέτοια αλλαγή ονομάζεται μετάλλαξη. Στις μεταλλάξεις οφείλεται η γενετική ποικιλότητα.



ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: γενετικό υλικό, γονίδιο, χρωμοσώματα, διπλοειδές, απλοειδές, ομόζυγο, ετερόζυγο,

αντιγραφή, μεταγραφή, μετάφραση, αλληλόμορφο, επικρατές, υπολειπόμενο, αδελφές χρωματίδες, μίτωση, μείωση, μετάλλαξη, επίκτητο, γενετική ποικιλότητα, ομόλογα χρωμοσώματα, γονότυπος, φαινότυπος, κεντρομερίδιο.



Ερωτήσεις Προβλήματα Δραστηριότητες ΓΙΑ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

1. Να βάλετε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση:
Α. Ομόλογα είναι τα χρωμοσώματα τα οποία:
 - α. αποτελούνται από DNA ή RNA και πρωτεΐνες
 - β. περιέχουν γενετικές πληροφορίες που αφορούν ίδιες ιδιότητες
 - γ. καθορίζουν το φύλο στον άνθρωπο

δ. προκύπτουν από την αντιγραφή του DNA

B. Τα κύτταρα που προκύπτουν από τη μείωση είναι:

α. δύο πανομοιότυπα μεταξύ τους

β. τέσσερα διπλοειδή κύτταρα

γ. τέσσερα απλοειδή κύτταρα

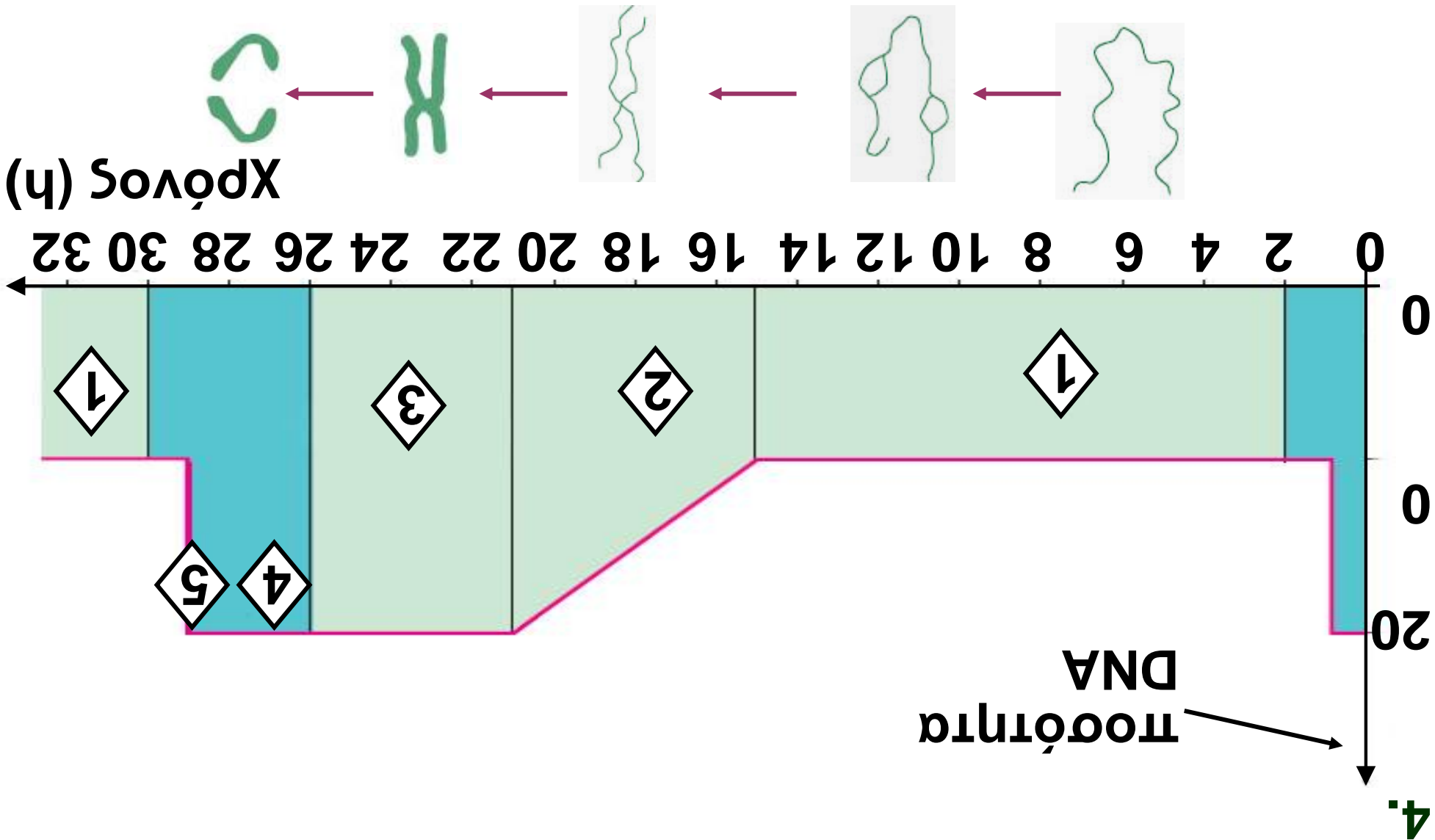
δ. δύο πανομοιότυπα με το αρχικό

2. Να αντιστοιχίσετε τις λέξεις της στήλης I με τους κατάλληλους όρους της στήλης II:

I	II
Αντιγραφή	Ριβονουκλεϊκό οξύ
Μεταγραφή	Αδελφές χρωματίδες
Μετάφραση	Νουκλεοτίδιο
	Πρωτεΐνη

3. Στον άνθρωπο πόσα χρωμοσώματα έχει: **α.** ένα μιϊκό κύτταρο; **β.** το ωάριο; **γ.** το ζυγωτό;

82 / 113



Χρoσoύς (h)

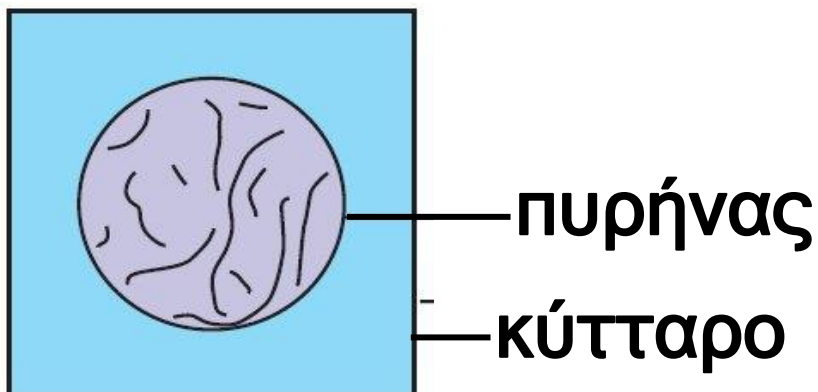
πoσoύnτa DNA

Το παραπάνω διάγραμμα δείχνει τη μεταβολή της ποσότητας του DNA κατά τη διάρκεια ζωής ενός κυττάρου. Αφού παρατηρήσετε το διάγραμμα, να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν:

α. Ποιο χρονικό διάστημα αντιστοιχεί στην αντιγραφή του DNA;

β. Πώς εξηγείται η μείωση της ποσότητας του DNA κατά το χρονικό διάστημα 28-30 h;

5. Να παρατηρήσετε προσεκτικά το σχήμα και στη συνέχεια να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:



α. Πόσα χρωμοσώματα υπάρχουν συνολικά;

β. Πόσα ζεύγη χρωμοσωμάτων παρατηρείτε;

γ. Εάν αυτό το κύτταρο διαιρεθεί με μίτωση, πόσα κύτταρα θα προκύψουν και πόσα χρωμοσώματα θα έχει το κάθε νέο κύτταρο;

δ. Εάν αυτό το κύτταρο διαιρεθεί με μείωση, πόσα κύτταρα θα προκύψουν και πόσα χρωμοσώματα θα έχει το κάθε νέο κύτταρο;

6. Αφού παρατηρήσετε τις παρακάτω εικόνες, να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν:

α. Στην πρώτη εικόνα, ποια άτομα είναι ομόζυγα και ποια ετερόζυγα;

β. Στη δεύτερη εικόνα, ποια άτομα φέρουν το υπολειπόμενο αλληλόμορφο;

γ. Στην τρίτη εικόνα, να δώσετε μια εξήγηση για το γεγονός ότι τα

περισσότερα παιδιά έχουν καφέ μάτια.

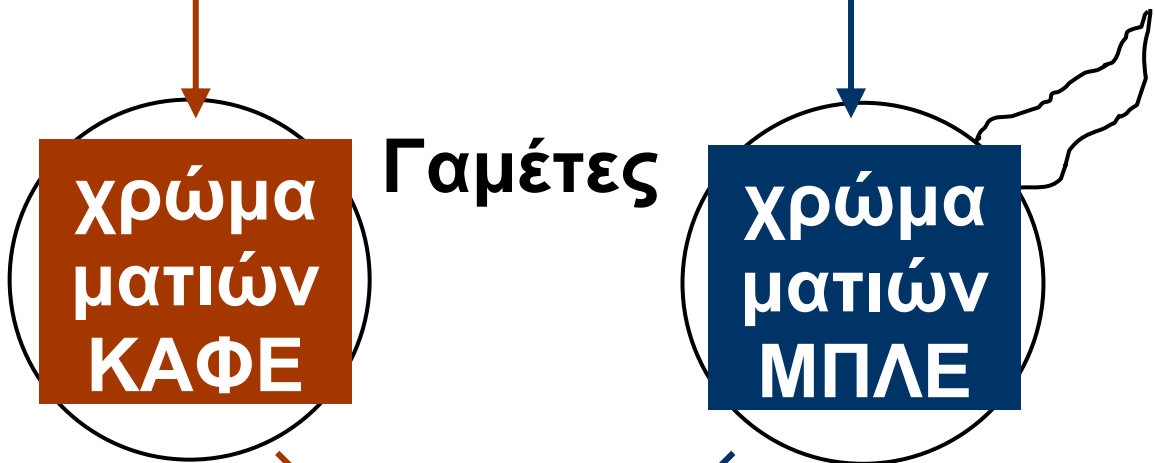
δ. Ποιοι παράγοντες πρέπει να συντρέχουν ώστε να γεννηθούν παιδιά με μπλε μάτια;

ε. Τι γονότυπο έχουν ο Ορέστης, η Μυρτώ, ο Όμηρος, ο Άρης και η Κλειώ; (Να χρησιμοποιήσετε το σύμβολο K για το επικρατές αλληλόμορφο και k για το υπολειπόμενο.)

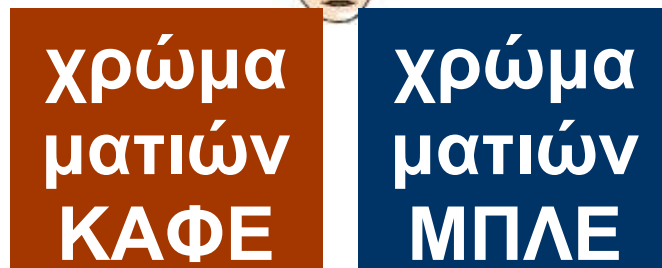
Μητέρα



Πατέρας



Ορέστης



Όμηρος

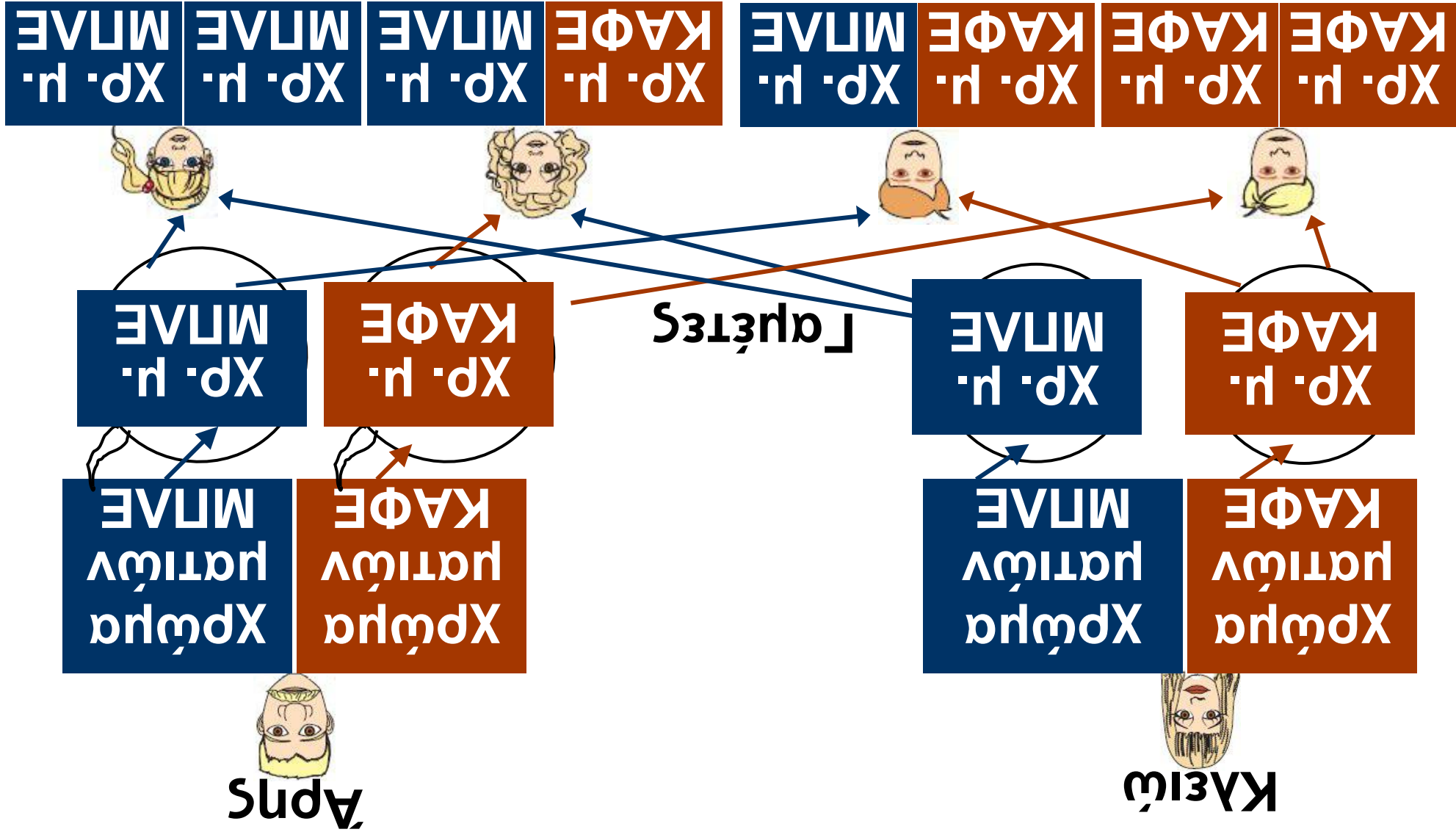


Μυρτώ

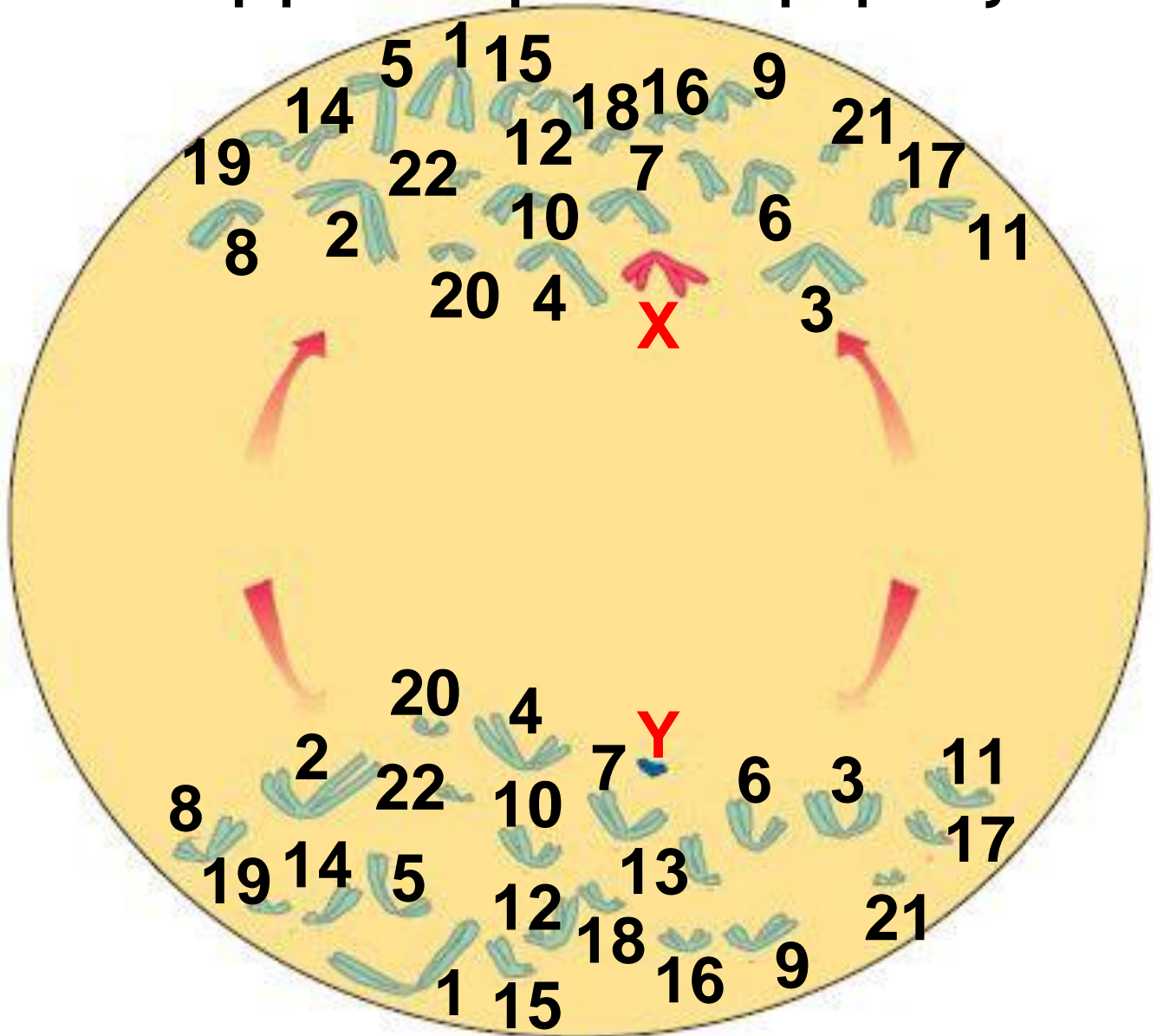


Γαμέτες





7. Να παρατηρήσετε την εικόνα και να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις. Σε κάθε περίπτωση να αιτιολογήσετε την απάντησή σας:



- α. Το κύτταρο αυτό ανήκει σε αρσενικό ή θηλυκό άτομο;
β. Ποιο είδος κυτταρικής διαίρεσης απεικονίζει το σχήμα;

γ. Τι κύτταρα θα προκύψουν τελικά, απλοειδή ή διπλοειδή;

8. Να συνεχίσετε την ιστορία:

Εκείνο το κυριακάτικο πρωινό η Αντιγόνη ξύπνησε κακόκεφη. Κοιτάχτηκε στον καθρέφτη και άρχισε να κάνει γκριμάτσες. Σούφρωνε το μέτωπο, φούσκωνε τα μάγουλα, έβγαζε τη γλώσσα... Όσο όμως και να προσπαθούσε, δεν κατάφερε ούτε αυτή τη φορά να αναδιπλώσει τη γλώσσα της. Το κέφι της χάλασε τελείως όταν αναλογίστηκε ότι αυτό το τόσο απλό παιχνίδι που μπορούσε να κάνει η μαμά της, ο μπαμπάς της και τα δυο της αδέρφια αυτή δεν θα το κατάφερνε ποτέ. Τότε θυμήθηκε την έκφραση στο πρόσωπο της γιαγιάς της και έσκασε στα γέλια. Ήταν τη στιγμή που η Αντιγόνη προσπάθησε να της εξηγήσει γιατί μόνο αυτές οι

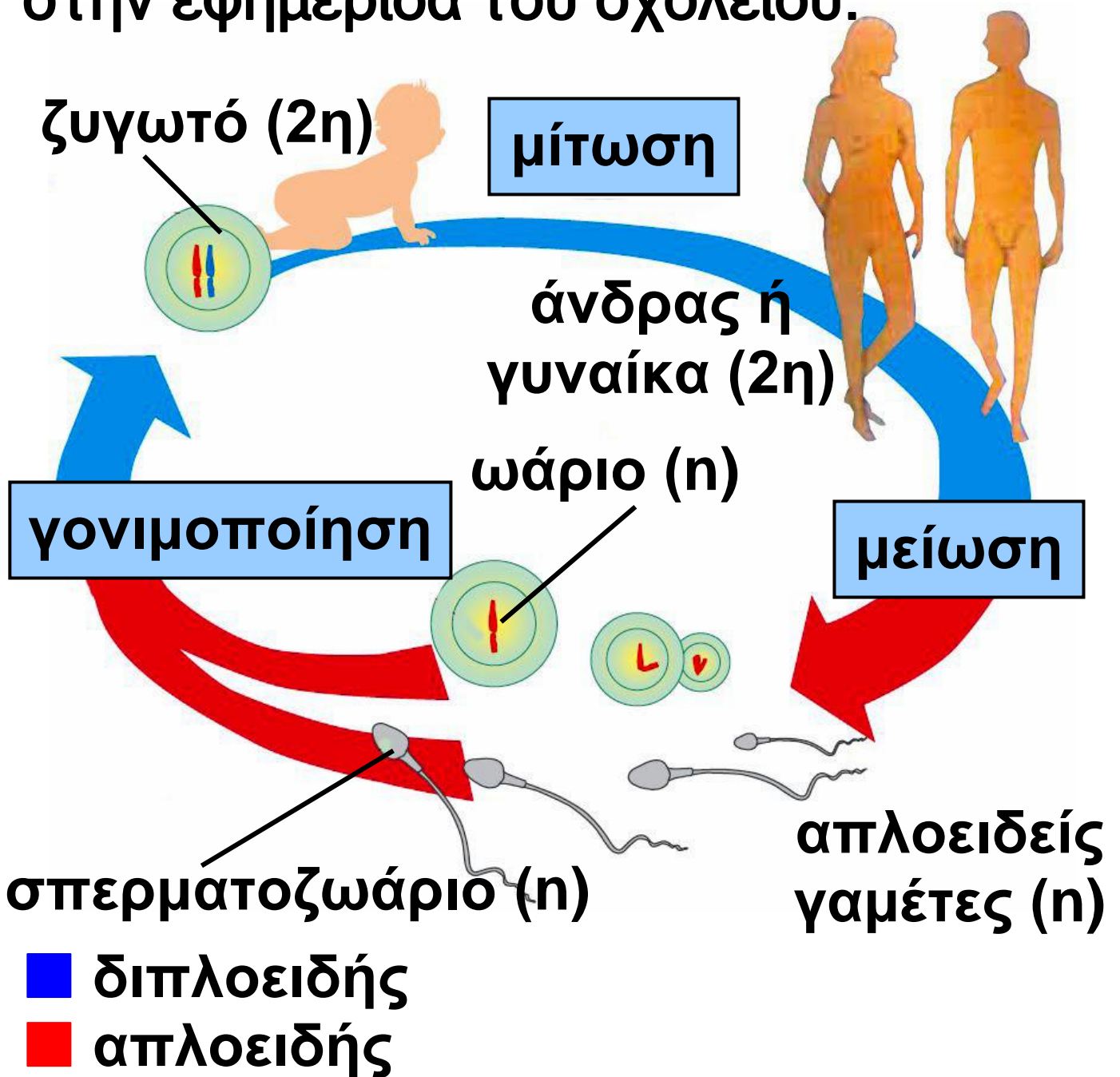
δύο στην οικογένεια έχουν αυτό το χαρακτηριστικό, λέγοντας...

Μικρές έρευνες και εργασίες

1. Να κάνετε μια μικρή έρευνα. Να αναζητήσετε στην οικογένειά σας (μητέρα, πατέρα, αδέρφια, γιαγιά, παππού, θείους, θείες και εξαδέλφια) άτομα που έχουν τα εξής χαρακτηριστικά: γλώσσα με δυνατότητα αναδίπλωσης, τριχοφυΐα με κορυφή, ανασηκωμένη μύτη. Στη συνέχεια, να συντάξετε για το κάθε χαρακτηριστικό έναν κατάλογο όπου θα καταχωρίσετε τους συγγενείς σας που το φέρουν.

2. Στην εικόνα μπορείτε να παρατηρήσετε τις διαδικασίες με τις οποίες δημιουργείται το ζυγωτό και από αυτό ο άνθρωπος. Να γράψετε ένα άρθρο με τίτλο «Ο κύκλος ζωής του

ανθρώπου». Για τη σύνταξη του άρθρου σας μπορείτε να αντλήσετε πληροφορίες από τα κείμενα της Βιολογίας, των Κοινωνικών Επιστημών και των Θρησκευτικών. Το τελικό κείμενο μπορείτε να το δημοσιεύσετε στην εφημερίδα του σχολείου.





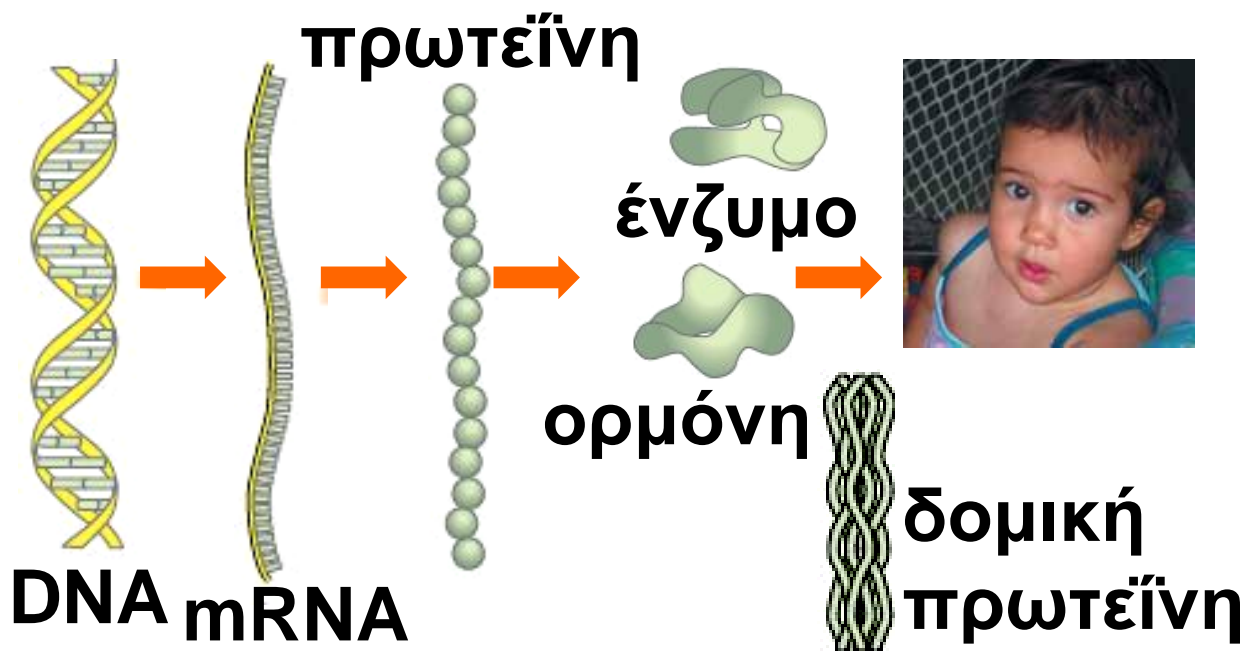
**GIORGIO DE CHIRICO -
Τροβαδούρος**

**γενετική μηχανική
και βιοτεχνολογία**

6

93 / 117

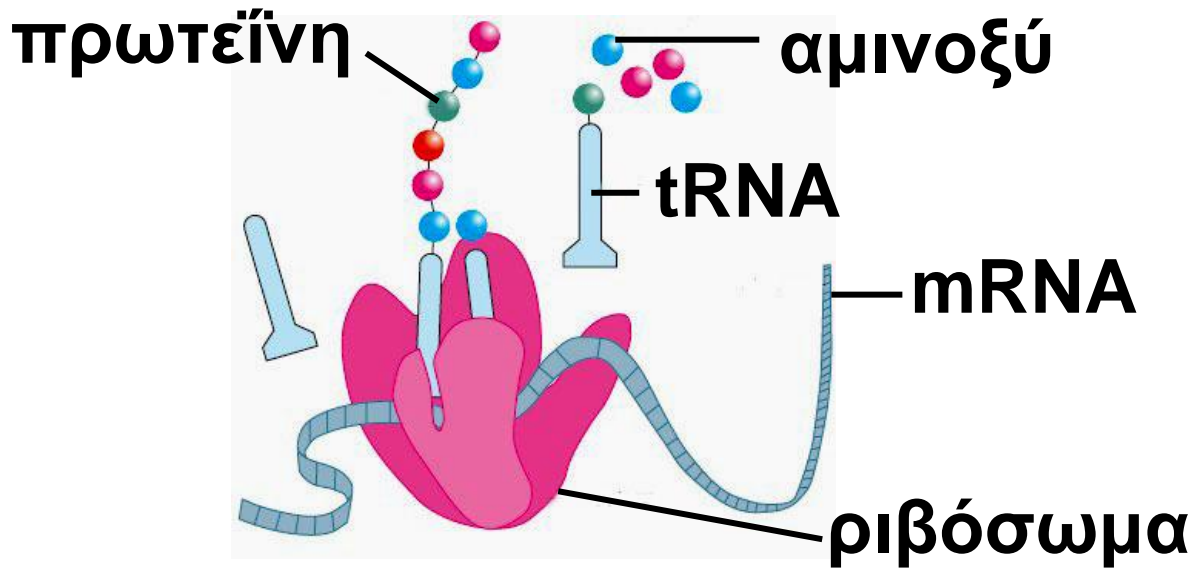
Προηγούμενες γνώσεις που θα χρειαστώ...



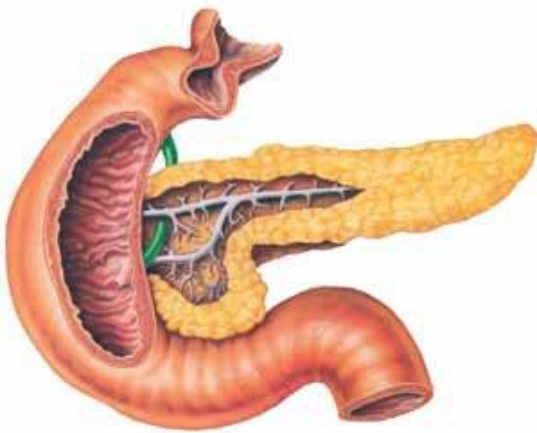
Τα γονίδια καθορίζουν τα χαρακτηριστικά μας.



Η γενετική πληροφορία μεταφέρεται στους απογόνους και εκφράζεται χάρη στα νουκλεϊκά οξέα.



Η διαδικασία της μετάφρασης
(πρωτεϊνοσύνθεση).



Το πάγκρεας
παράγει μια
ορμόνη, την
ινσουλίνη.



Ο άνθρωπος είχε
κατανοήσει από
πολύ παλιά τη
χρησιμότητα των
επιλεγμένων
διασταυρώσεων.



Πολλές κληρονομικές ασθένειες οφείλονται μεταλλαγμένα γονίδια.

...καινούριες γνώσεις που θα αποκτήσω

- Τι είναι η βιοτεχνολογία και ποιες οι αρχές της.
- Ποιες είναι οι εφαρμογές της βιοτεχνολογίας στην καθημερινή μας ζωή.
- Τι είναι και τι εξυπηρετεί η γενετική μηχανική.
- Ποιοι προβληματισμοί δημιουργούνται από την ταχύτατη πρόοδο της βιοτεχνολογίας.
- Ποιοι κίνδυνοι μπορεί να προκύψουν από τις εφαρμογές της βιοτεχνολογίας.

- Τι είναι η χαρτογράφηση του ανθρώπινου γονιδιώματος και ποια η σκοπιμότητά της.

6.1 Εφαρμογές της βιοτεχνολογίας

Ο άνθρωπος έχει την ικανότητα να παρατηρεί, να ερευνά και να αξιοποιεί την εμπειρία και τα αποτελέσματα της έρευνάς του σε πρακτικές εφαρμογές της καθημερινής ζωής. Εδώ και χιλιάδες χρόνια εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες ορισμένων οργανισμών, με στόχο τη βελτίωση της ζωής του. Καλλιεργεί φυτά, εκτρέφει ζώα και, με τη μέθοδο επιλεγμένων διασταυρώσεων, δημιουργεί οργανισμούς με επιθυμητές ιδιότητες-φαινότυπους. Χρησιμοποιεί διάφορους οργανισμούς (π.χ. βότανα) ως πρώτη ύλη

για την παρασκευή φαρμάκων και καλλυντικών. Επιπλέον, με τη βοήθεια συγκεκριμένων μικροοργανισμών παρασκευάζει διάφορα χρήσιμα προϊόντα (τρόφιμα και ποτά), όπως είναι το ψωμί, η μπίρα, το κρασί, το τυρί και το γιαούρτι. Η τεχνολογία κατά την οποία αξιοποιούνται οργανισμοί, βιολογικά συστήματα ή βιολογικές διαδικασίες για την παραγωγή ενός προϊόντος ή την πραγματοποίηση μιας διεργασίας ονομάζεται βιοτεχνολογία.

Το «ξίνισμα» του γάλακτος, που προκαλείται από τη δράση βακτηρίων, υπήρξε πιθανότατα η αφορμή για την παρασκευή γνωστών γαλακτοκομικών προϊόντων. Το γιαούρτι και το τυρί παράγονται από τους κτηνοτρόφους εδώ και πάρα πολλά χρόνια με ενζυμική επεξεργασία του γάλακτος. Η παραγωγή τυριού

ξεκινά όπως και η παραγωγή γιαουρτιού, μόνο που, όταν το γάλα αρχίζει να πήζει, αφαιρείται όλο το υγρό, συνήθως τοποθετώντας το μέσα σε ειδικές σακούλες.



Εικ. 6.7 Τα διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα (όπως το γιαούρτι και το τυρί) παράγονται από γάλα στο οποίο έχουν προστεθεί κατάλληλοι μικροοργανισμοί. Οι διάφοροι τύποι

γιαουρτιών διαφέρουν μεταξύ τους. Οι διαφορές τους οφείλονται στο διαφορετικό είδος γάλακτος που χρησιμοποιείται (π.χ. αγελαδινό ή πρόβειο, με πολλά ή λίγα λιπαρά), στο χρόνο που γίνεται η επεξεργασία του από μικροοργανισμούς,

καθώς και στην προσθήκη διάφορων άλλων συστατικών, όπως είναι οι χυμοί φρούτων κ.ά. Κάτι ανάλογο ισχύει και για τους διάφορους τύπους τυριών. Για να αποκτήσει τη χαρακτηριστική του γεύση, κάθε τύπος τυριού πρέπει να ωριμάσει. Πρέπει δηλαδή να προστεθούν σε αυτό και άλλοι μικροοργανισμοί, συνήθως μύκητες, με τη δράση των οποίων το τυρί θα αποκτήσει τελικά τη χαρακτηριστική του γεύση και μυρωδιά.

Για την παραγωγή κρασιού χρησιμοποιούνται αρχικά οι χυμοί από τα σταφύλια, ενώ για την παραγωγή μπίρας χρησιμοποιούνται κυρίως σπόροι κριθαριού. Και τα δύο περιέχουν σάκχαρα, τα οποία μετατρέπονται σε αλκοόλη με τη βοήθεια ενζύμων διάφορων μικροοργανισμών.



Εικ. 6.2 Τα σάκχαρα που υπάρχουν στο αλεύρι μετατρέπονται με τη δράση των μικροοργανισμών σε αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Στο τελευταίο οφείλεται το φούσκωμα του ψωμιού.



Ας σκεφτούμε

Γιατί δεν μεθάμε τρώγοντας ψωμί;



Ερωτήσεις

Προβλήματα

Δραστηριότητες

- 1. Τι είναι η βιοτεχνολογία;**
- 2. Τι επιδιώκει ο άνθρωπος κάνοντας επιλεγμένες διασταυρώσεις σε ζώα;**

3. Να αναφέρετε αγαθά της καθημερινής μας ζωής που είναι προϊόντα βιοτεχνολογίας. Να βρείτε πληροφορίες για τον τρόπο παρασκευής ξιδιού. (Μπορείτε να αξιοποιήσετε τις γνώσεις από τη χημεία.)

6.2 Γενετική μηχανική και βιοτεχνολογία

Πέρα από την παρασκευή τροφίμων και ποτών, η βιοτεχνολογία έχει συνεισφέρει και σε άλλους τομείς, όπως είναι η καταπολέμηση πολλών ασθενειών. Για παράδειγμα, ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μία από τις ασθένειες που ταλαιπωρεί μεγάλο αριθμό ατόμων σε όλο τον κόσμο. Οι διαβητικοί αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα υγείας, επειδή ο οργανισμός τους δεν μπορεί να συνθέσει μια πρωτεΐνη,

την ινσουλίνη, ή τη συνθέτει σε ελάχιστες ποσότητες. Η μόνη λύση είναι να κάνουν ενέσεις ινσουλίνης κάθε μέρα. Καθώς όμως ο αριθμός των διαβητικών σε όλο τον κόσμο είναι μεγάλος, πρέπει να γίνεται μεγάλη παραγωγή ινσουλίνης από τις φαρμακοβιομηχανίες. Η ινσουλίνη είναι ορμόνη και παράγεται από το πάγκρεας. Μέχρι πρόσφατα λοιπόν την παίρναμε από το πάγκρεας βοοειδών και χοίρων, μετά τη σφαγή τους. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα: το κόστος παραγωγής αυτής της ινσουλίνης είναι μεγάλο, οι ποσότητες δεν είναι επαρκείς και προκαλεί αλλεργίες σε ορισμένα άτομα που τη χρησιμοποιούν. Η εμφάνιση αλλεργιών οφείλεται στο γεγονός ότι η ινσουλίνη των βοοειδών και

των χοίρων δεν είναι ακριβώς ίδια με την ινσουλίνη του ανθρώπου.



Η λύση θα ήταν η παραγωγή, με κάποιον τρόπο, ανθρώπινης ινσουλίνης σε μεγάλες ποσότητες και με χαμηλό κόστος. Σήμερα αυτό έχει επιτευχθεί. Οι επιστήμονες κατάφεραν να απομονώσουν το γονίδιο που ευθύνεται για την παραγωγή της ανθρώπινης ινσουλίνης και να το εισαγάγουν σε ένα βακτήριο.

Το γενετικό υλικό αυτού του βακτηρίου έχει πλέον τροποποιηθεί, με αποτέλεσμα να μπορεί να παράγει ανθρώπινη ινσουλίνη. Καθώς το βακτήριο πολλαπλασιάζεται, προκύπτουν νέα βακτήρια που φέρουν επίσης το συγκεκριμένο γονίδιο. Δημιουργείται έτσι ένας πληθυσμός τροποποιημένων βακτηρίων που είναι πλέον σε θέση να παραγάγουν ινσουλίνη.

Αξιοποιώντας αυτή τη μέθοδο, μπορούμε, με χαμηλό κόστος, να παράγουμε μεγάλες ποσότητες ανθρώπινης ινσουλίνης και να προσφέρουμε λύση στο πρόβλημα πολλών εκατομμυρίων ανθρώπων. Με παρόμοιο τρόπο παράγονται και πολλές άλλες πρωτεΐνες που χρησιμοποιούνται για ιατρικούς ή εμπορικούς σκοπούς.

Το σύνολο των τεχνικών με τις οποίες μεταφέρεται γενετικό υλικό από έναν οργανισμό σε κάποιον άλλο ονομάζεται γενετική μηχανική. Οι οργανισμοί που προκύπτουν με τις τεχνικές αυτές φέρουν κάποια νέα γενετικά (κληρονομήσιμα) χαρακτηριστικά που τους καθιστούν χρήσιμους στον άνθρωπο. Οι οργανισμοί αυτοί ονομάζονται γενετικά τροποποιημένοι. Οι κύριες εφαρμογές της γενετικής μηχανικής αφορούν την αντιμετώπιση ασθενειών και την αύξηση της γεωργικής και κτηνοτροφικής παραγωγής.

Από τη δεκαετία του '80 και μετά αναπτύχθηκε η βιομηχανία παραγωγής προϊόντων από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς. Τα προϊόντα αυτά ποικίλλουν και μπορεί να είναι τρόφιμα, φάρμακα,

εμβόλια κ.ά. Επίσης, γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί (π.χ. βακτήρια) χρησιμοποιούνται ευρύτερα και για άλλους σκοπούς, όπως είναι ο καθαρισμός πετρελαιοκηλίδων, η καταπολέμηση των ζιζανίων στα χωράφια κ.ά.

Τα τελευταία χρόνια, περίπου 1.300 εταιρείες εργάζονται στον τομέα της βιοτεχνολογίας σε όλο τον κόσμο. Πολλά από τα προϊόντα που έχουν παραχθεί δεν ήταν επιτυχή ή είχαν μικρή εμπορική επιτυχία. Όμως έχουν σημειωθεί και πολύ σημαντικά επιτεύγματα μέσα από αυτή την προσπάθεια. Μερικά από τα προϊόντα της γενετικής μηχανικής που έχουν παραχθεί ή γίνονται προσπάθειες να παραχθούν παρουσιάζονται στον πίνακα 6.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1

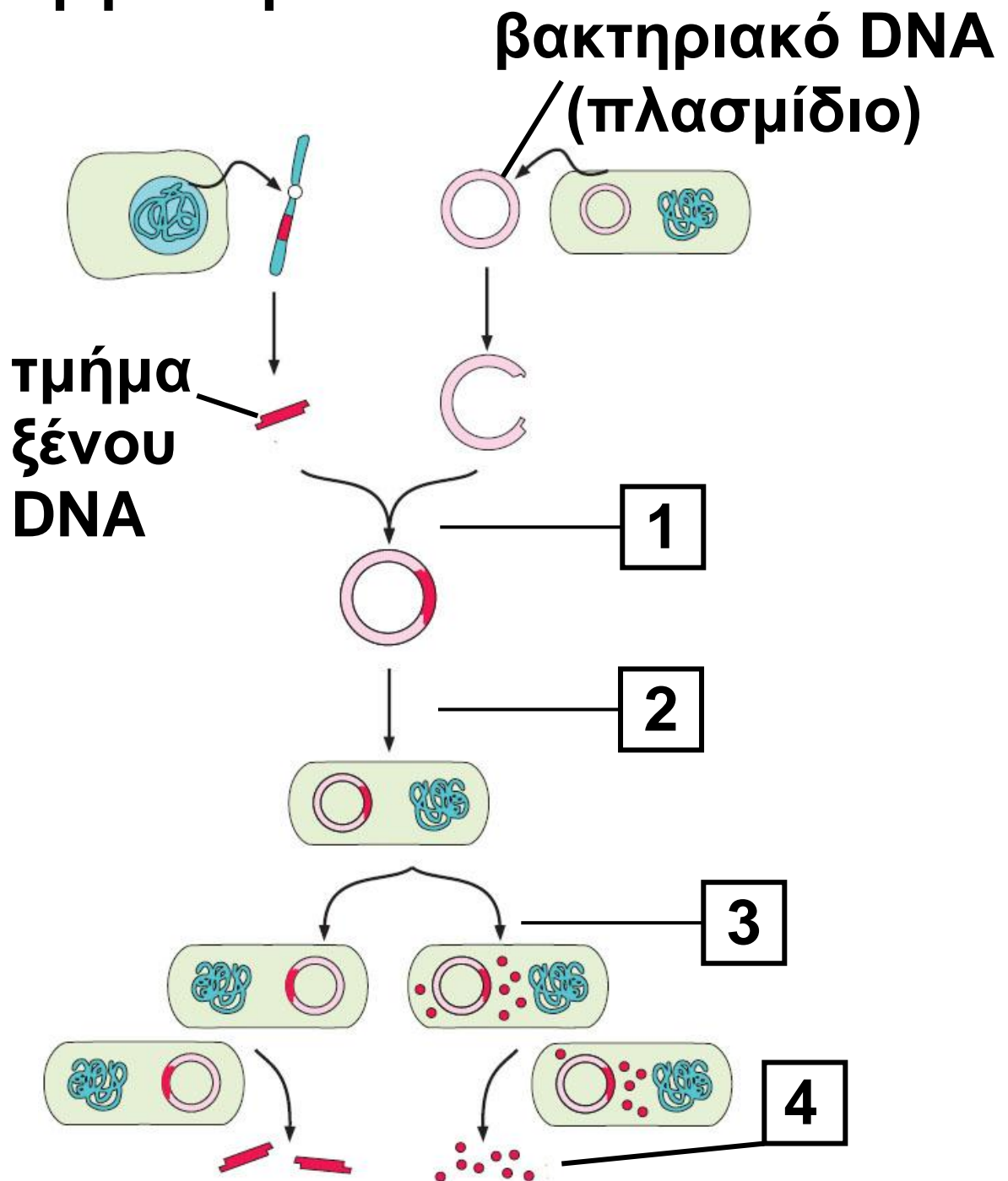
Παραδείγματα προϊόντων που έχουν παραχθεί ή γίνονται προσπάθειες να παραχθούν με τη βοήθεια της γενετικής μηχανικής

Ορμόνες και παρόμοιες πρωτεΐνες	Εμβόλια κατά...
Ινσουλίνη για τη θεραπεία διαβητικών	του AIDS
Αυξητική ορμόνη για την αντιμετώπιση της αναπτυξιακής καθυστέρησης	της ηπατίτιδας A, B και C
Ιντερφερόνες και ιντερλευκίνη για την καταπολέμηση του καρκίνου	της ελονοσίας
Ερυθροποιητίνη για την αντιμετώπιση της αναιμίας	του κοκίτη

Γονιδιακή θεραπεία

Τα τελευταία χρόνια, με τη χαρτογράφηση του ανθρώπινου γονιδιώματος έχουμε εντοπίσει τα περισσότερα γονίδια του ανθρώπου. Κατορθώσαμε δηλαδή να βρούμε τη θέση κάθε γονιδίου στα χρωμοσώματα, καθώς και την αλληλουχία των βάσεων του. Με τον τρόπο αυτό κατορθώσαμε να εντοπίσουμε και «παθολογικά» γονίδια που ευθύνονται για συγκεκριμένες κληρονομικές ασθένειες. Η αξιοποίηση αυτών των γνώσεων μας δίνει τη δυνατότητα ακριβούς διάγνωσης ή και πρόγνωσης, αλλά και την ελπίδα της γονιδιακής θεραπείας. Με τη γονιδιακή θεραπεία στοχεύουμε στην εισαγωγή του φυσιολογικού γονιδίου στον ασθενή, ώστε να

εξασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία του οργανισμού του.



Εικ. 6.3 Δημιουργία ανασυνδυασμένου DNA και παραγωγή πρωτεΐνης από γενετικά τροποποιημένα βακτήρια.

- 1: ενσωμάτωση του ξένου DNA στο βακτηριακό και δημιουργία ανασυνδυασμένου DNA
- 2: εισαγωγή του ανασυνδυασμένου DNA σε βακτήριο
- 3: πολλαπλασιασμός των γενετικά τροποποιημένων βακτηρίων
- 4: παραγωγή πρωτεΐνης



Η ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΟΙ ΑΛΛΕΣ ΙΑΤΡΙΚΗ

Οι ιοί στην... υπηρεσία των ανθρώπων

Γνωρίζουμε ότι οι ιοί πολλαπλασιάζονται μόνο όταν βρεθούν μέσα σε κύτταρα-ξενιστές. Μετά την είσοδό του στο κύτταρο, ο ιός είναι δυνατόν να μην αρχίσει αμέσως να πολλαπλασιάζεται. Το γενετικό του υλικό μπορεί να ενσωματωθεί στο γενετικό υλικό του κυττάρου. Με

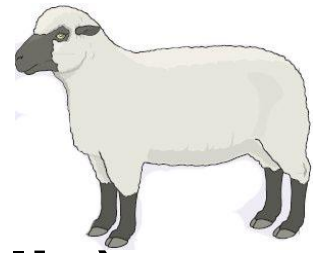
τον τρόπο αυτό τα γονίδια του ιού «παρεμβάλλονται» ανάμεσα στα γονίδια του κυττάρου. Οι επιστήμονες εκμεταλλεύτηκαν τη χαρακτηριστική αυτή ιδιότητα των ιών στον τομέα της γονιδιακής θεραπείας. Τους χρησιμοποιούν δηλαδή για την εισαγωγή του φυσιολογικού γονιδίου σε άτομα που πάσχουν από κάποια κληρονομική ασθένεια. Φυσικά, πρέπει να αποκλειστεί η πιθανότητα να προκληθεί ίωση στο άτομο αυτό. Για τον σκοπό αυτό επιλέγονται κατάλληλοι ιοί που απενεργοποιούνται, ώστε να εξαλειφθούν τα παθογόνα τους χαρακτηριστικά. Με τεχνικές του ανασυνδυασμένου DNA εισάγεται το φυσιολογικό ανθρώπινο γονίδιο στο γενετικό υλικό των ιών. Στη συνέχεια, με αυτούς τους γενετικά τροποποιημένους ιούς «μολύνεται»

ο ασθενής. Καθώς αυτοί οι ιοί ενσωματώνουν το γενετικό τους υλικό στο γενετικό υλικό των κυττάρων του ασθενή, ενσωματώνουν παράλληλα και το φυσιολογικό ανθρώπινο γονίδιο που μεταφέρουν.

Προς το παρόν, οι εφαρμογές της γονιδιακής θεραπείας είναι πολύ περιορισμένες. Η επιτυχία της δεν είναι πάντα εξασφαλισμένη και γι' αυτό αντιμετωπίζεται με επιφύλαξη. Ωστόσο έχουν γίνει επιτυχείς εφαρμογές σε ορισμένους ασθενείς και οι προσπάθειες συνεχίζονται. Στο μέλλον είναι πιθανό η γονιδιακή θεραπεία να εφαρμόζεται και σε έμβρυα, αν έχει διαπιστωθεί ότι φέρουν «παθολογικά» γονίδια.



ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΑΛΛΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ **Hello Dolly**



Το 1996 δημιουργήθηκε στο Ινστιτούτο Ρόσλιν (Roslin), στη Σκωτία, η Ντόλι (Dolly), το πρώτο πρόβατο που προήλθε από κλωνοποίηση σωματικού κυττάρου από ενήλικο άτομο. Η Ντόλι πέθανε στις 14 Φεβρουαρίου του 2003 από πνευμονική ασθένεια και αφού είχε παρουσιάσει συμπτώματα πρόωρης γήρανσης.

Παραγωγή φαρμάκων, ορμονών και εμβολίων – Γενετικά

τροποποιημένοι οργανισμοί

Χαρακτηριστικό παράδειγμα ορμόνης που έχει παραχθεί με τη βοήθεια της γενετικής μηχανικής είναι η ινσουλίνη. Υπάρχουν όμως και πολλές άλλες ουσίες (πχ αντιβιοτικά,

εμβόλια κ.ά.) που παράγονται με αυτόν τον τρόπο, ενώ γίνονται προσπάθειες να παραχθούν ακόμη περισσότερες. Για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται γενετικά τροποποιημένα βακτήρια. Γίνεται ωστόσο προσπάθεια να παράγονται και από άλλους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς, όπως πρόβατα ή αγελάδες. Η γενετική μηχανική έχει επεκταθεί και στη δημιουργία γενετικά τροποποιημένων φυτών. Τα φυτά αυτά περιέχουν πλέον γονίδια άλλων οργανισμών, με αποτέλεσμα να εμφανίζουν νέες επιθυμητές ιδιότητες και να παράγουν διάφορες ουσίες. Επιπλέον στα φυτά αυτά έχουν προστεθεί γονίδια που, για παράδειγμα, τα καθιστούν ανθεκτικά σε ορισμένα παράσιτα ή σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Ωστόσο, πέρα

από τα πλεονεκτήματα αυτών των φυτών, υπάρχουν προβληματισμοί που αφορούν την ασφάλεια του ανθρώπου και την ισορροπία του περιβάλλοντος. Γενικότερα η παραγωγή φαρμακευτικών πρωτεϊνών, εμβολίων κ.ά. ουσιών, με τις μεθόδους της γενετικής μηχανικής, αποτελεί σήμερα αντικείμενο εντατικής επιστημονικής έρευνας. Σε αυτήν, όπως σε κάθε τεχνολογικό επίτευγμα, πρέπει να συνυπολογίζονται τόσο τα επιθυμητά οφέλη όσο και οι πιθανές επιπτώσεις.



ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΑΛΛΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ **Η βιοτεχνολογία στην υπηρεσία** **των πετρελαιοκηλίδων**



Sea Empress (1996), Braer (1993), Exxon Valdez(1989), Amoco Cadiz (1989), Torey Canyon (1967) είναι μερικά από τα ονόματα των πλοίων που ελευθέρωσαν στη θάλασσα τόνους πετρελαίου εξαιτίας ενός ατυχήματος. Εκρήξεις κατά την υποθαλάσσια άντληση πετρελαίου (Γιουκατάν- Μεξικό 1979) αλλά και άλλες ενέργειες του ανθρώπου, όπως η εσκεμμένη απελευθέρωση τεράστιας ποσότητας πετρελαίου (περίπου $1.000.000 \text{ m}^3$) μετά τον Πόλεμο του Κόλπου, ρυπαίνουν συχνά τη θάλασσα με πετρέλαιο.

Το στρώμα του πετρελαίου που συσσωρεύεται στην επιφάνεια του νερού εμποδίζει το ηλιακό φως αλλά και το διοξείδιο του άνθρακα να εισχωρήσουν, παρεμποδίζοντας έτσι τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Επιπλέον, το πετρέλαιο είναι

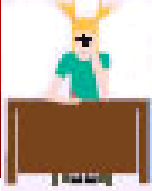
τοξικό για τα αυγά των ψαριών, ενώ τα ίδια τα ψάρια πεθαίνουν από ασφυξία επειδή τα βράγχιά τους φράσσονται από αυτό. Τα πτηνά που ζουν κοντά στα υδάτινα αυτά οικοσυστήματα και τρέφονται με υδρόβιους οργανισμούς πεθαίνουν από την κατάποση πετρελαίου. Αν το φτέρωμά τους καλυφθεί από πετρέλαιο, καταστρέφεται η μονωτική του ικανότητα και το πτηνό πεθαίνει είτε από το κρύο είτε επειδή δεν μπορεί να πετάξει.

Οι πετρελαιοκηλίδες μπορούν να περιοριστούν από τη δράση αποικοδομητών, οι οποίοι διασπούν τις οργανικές ενώσεις του πετρελαίου. Με τις μεθόδους της βιοτεχνολογίας επιδιώκεται να βρεθούν αποτελεσματικοί τρόποι απορρύπανσης. Σε αυτό θα συμβάλει ο εντοπισμός νέων στελεχών βακτηρίων με μεγάλη

αναπαραγωγική ικανότητα, ώστε να διασπούν το πετρέλαιο ταχύτατα. Ορισμένα είδη βακτηρίων μπορούν να διαλύσουν το 70% μιας πετρελαιοκηλίδας σε πέντε εβδομάδες, ενώ χωρίς αυτά η φύση θα ολοκλήρωνε το συγκεκριμένο έργο σε πενήντα πέντε χρόνια!



Εικ. 6.4 Οι ντομάτες στη φωτογραφία (α) ανήκουν στην ίδια ποικιλία με αυτές της φωτογραφίας (β) και έχουν συλλεγεί ταυτόχρονα. Οι ντομάτες της φωτογραφίας (α) έχουν τροποποιηθεί με γονίδιο που τους προσδίδει την ιδιότητα να διατηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.



1. Να συμπληρώσετε με τους κατάλληλους όρους τα κενά στις παρακάτω προτάσεις.

Το σύνολο των τεχνικών με τις οποίες μεταφέρεται γενετικό υλικό από έναν οργανισμό σε κάποιον άλλον ονομάζεται

Οι οργανισμοί που έχουν δεχτεί με αυτόν τον τρόπο ξένο γενετικό υλικό ονομάζονται

.....

2. Πώς μπορεί να γίνει παραγωγή ινσουλίνης για τους διαβητικούς;

3. Τι πρέπει κυρίως να εξετάζουμε κάθε φορά που παράγουμε με κάποια μέθοδο ένα φαρμακευτικό προϊόν;

Μικρές έρευνες και εργασίες

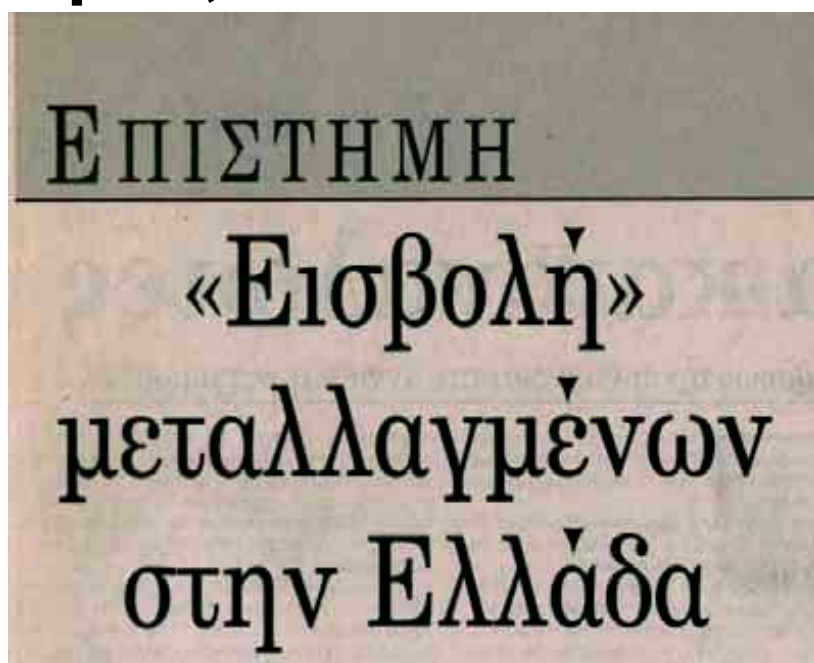
Να χωριστείτε σε δύο ομάδες και να ανατρέξετε σε πηγές για να συλλέξετε στοιχεία υπέρ και κατά της γενετικής μηχανικής. Σε μία προκαθορισμένη ημερομηνία ο καθηγητής σας θα αναθέσει στη μία ομάδα να υποστηρίξει τη γενετική μηχανική και στην άλλη ομάδα να την κατακρίνει καλώντας τους να αναπτύξουν τα επιχειρήματά τους σε μια δημόσια αντιπαράθεση (debate).

6.3 Προβληματισμοί από την αξιοποίηση των επιτευγμάτων της γενετικής - Βιοηθική

Οι δυνατότητες της νέας γενετικής είναι τόσες, που πολλοί πιστεύουν ότι ακόμα δεν έχουμε καν φανταστεί τι μπορεί να συμβεί στο μέλλον.

Η γενετική μηχανική, για παράδειγμα, προσφέρει αναμφισβήτητα πολλά πλεονεκτήματα, ιδιαίτερα στον τομέα της γονιδιακής θεραπείας και στη παραγωγή φαρμάκων. Σημαντικά είναι επίσης τα ερωτήματα που αφορούν την κατανάλωση των γενετικά τροποποιημένων προϊόντων. Είναι ασφαλή για την υγεία των καταναλωτών; Όμως προκύπτει και έντονος προβληματισμός με ηθικές και νομικές προεκτάσεις. Για παράδειγμα, η δυνατότητα να προβλέπουμε την πιθανή μελλοντική εκδήλωση κάποιας γενετικής ασθένειας σε ένα άτομο έχει πάντοτε θετικές συνέπειες για το άτομο και την οικογένειά του; Πώς θα αντιμετωπίσει ένα μελλοντικό ασθενή μια ασφαλιστική εταιρεία; Ακόμη, έστω ότι καταφέρνουμε να κατασκευάσουμε ένα γενετικά

τροποποιημένο ιό που θα μεταφέρει το φυσιολογικό γονίδιο της ινσουλίνης και να τον εισαγάγουμε σε ένα διαβητικό άτομο. Φυσιολογικά, ο ιός αυτός θα παραμείνει στα κύτταρα του παγκρέατος. Το πλεονέκτημα είναι ότι ο ασθενής θα θεραπευτεί. Τι θα συμβεί όμως αν, κατά τύχη, ο ιός μολύνει και άλλα κύτταρα του οργανισμού;



Επίσης, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα μετατροπής του ανενεργού ιού σε παθογόνο. Τέλος, είναι ηθικό να έχουμε τη δυνατότητα

να τροποποιούμε «κατά παραγγελία» τα κληρονομικά χαρακτηριστικά ενός ατόμου; Ποιο θα είναι το αποτέλεσμα στην περίπτωση που κάποιος θελήσει να εισαγάγει σε ένα έμβρυο γονίδια για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που φυσιολογικά το άτομο δεν διαθέτει, όπως γονίδια για ξανθά μαλλιά, γαλανά μάτια, γονίδια που σχετίζονται με τον βαθμό ευφυΐας κτλ.;

Παρόμοιοι προβληματισμοί αναπτύσσονται και σε ό,τι αφορά τη δημιουργία και την απελευθέρωση στο περιβάλλον γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, ιδίως φυτών. Πώς θα επηρεάσουν τους άλλους οργανισμούς που ζουν στο ίδιο περιβάλλον; Θα διαταραχθεί η ισορροπία του περιβάλλοντος; Όταν στο παρελθόν ένα είδος εισήχθη σε ένα οικοσύστημα από

τον άνθρωπο, οι συνέπειες, τις περισσότερες φορές, ήταν αρνητικές.

Οι προβληματισμοί που προκύπτουν από τις εφαρμογές της σύγχρονης βιολογίας και γενετικής εξετάζονται από τον επιστημονικό κλάδο της βιοηθικής. Η βιοηθική ασχολείται με τα θέματα ηθικής που έχουν σχέση με όλες τις μορφές ζωής. Στοχεύει στη διατύπωση γενικών κανόνων σε σχέση με τις πρακτικές που εφαρμόζουμε, με σκοπό την ειρηνική ανάπτυξη της ανθρωπότητας και την αρμονική συνύπαρξη μας με το περιβάλλον.



Εικ. 6.5 Παιδί που πάσχει από διαβήτη κάνει ένεση ινσουλίνης.

Μικρές έρευνες και εργασίες

1. Η ινσουλίνη ήταν ένα από τα πρώτα προϊόντα που παρήχθησαν με γενετική μηχανική. Δεδομένου ότι σε όλο τον κόσμο πάσχουν πάνω από 60.000.000 άνθρωποι από σακχαρώδη διαβήτη, να εξηγήσετε γιατί πιστεύετε ότι επιλέχθηκε να παραχθεί αρχικά αυτή η ορμόνη. Να συζητήσετε επίσης στην τάξη τη φράση: «Αν είσαι άτυχος και πάσχεις από κάποια σοβαρή ασθένεια, θα είσαι τυχερός αν υπάρχουν και πολλοί άλλοι στον κόσμο που πάσχουν από την ίδια ασθένεια».

2. Η δημιουργία γενετικά τροποποιημένων οργανισμών προκαλεί προβληματισμούς όσον αφορά την ισορροπία του οικοσυστήματος. Να ανατρέξετε σε πηγές και να συγκεντρώσετε πληροφορίες σχετικά με

το θέμα που έχει προκύψει από τη δημιουργία γενετικά τροποποιημένων σολομών. Να ενημερώσετε τους συμμαθητές σας σχετικά με τις πληροφορίες που συλλέξατε.

3. Εάν μπορούσαμε μέσω της γενετικής μηχανικής να κάνουμε τους ανθρώπους εξυπνότερους, πιστεύετε ότι θα έπρεπε να επιτραπεί κάτι τέτοιο; Να συζητήσετε στην τάξη τις απόψεις σας για το θέμα.

4. Ένας ερευνητής που ανακάλυψε την αλληλουχία ενός ανθρώπινου γονιδίου κατοχύρωσε την ανακάλυψή του και έκτοτε ζητά πνευματικά δικαιώματα για κάθε ερευνητικό ή ιατρικό εγχείρημα που περιλαμβάνει το συγκεκριμένο γονίδιο. Ποια είναι η γνώμη σας σχετικά με το θέμα; Πώς θα μπορέσουν να λυθούν παρόμοια προβλήματα στο μέλλον;

Να συμβουλευτείτε και το εγχειρίδιο της Κοινωνικής και Πολιτικής Αγωγής.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Βιοτεχνολογία τα τελευταία χρόνια, χάρη στην ανάπτυξη της γενετικής μηχανικής, έχει αλματώδη εξέλιξη. Έτσι, έχουμε κατασκευάσει γενετικά τροποποιημένοι οργανισμούς, δηλαδή οργανισμούς στους οποίους έχουμε επέμβει και έχουμε τροποποιήσει το γενετικό τους υλικό. Τα επιτεύγματα της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA είναι πολλά. Σε αυτά περιλαμβάνονται η χαρτογράφηση του γονιδιωματός του ανθρώπου, η γονιδιακή θεραπεία, η παραγωγή φαρμάκων, εμβολίων και ορών με χαμηλό κόστος και χωρίς σημαντικές παρενέργειες για τα άτομα που τα

λαμβάνουν. Βεβαίως, η τόσο μεγάλη επέμβαση του ανθρώπου σε βιολογικές διαδικασίες κάνει κάποιους σκεπτικούς και εγείρει σημαντικά ερωτηματικά για το μέλλον της ανθρωπότητας και του πλανήτη. Ο προβληματισμός αυτός αποτελεί το αντικείμενο μελέτης της βιοηθικής.



ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: βιοτεχνολογία, επιλεγμένες διασταυρώσεις, ανασυνδυασμένο DNA, γενετική μηχανική, γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί, χαρτογράφηση του ανθρώπινου γονιδιώματος, βιοηθική.

Μικρές έρευνες και εργασίες

1. Να ανατρέξετε σε πηγές και να συλλέξετε πληροφορίες για το πώς παραγόταν στην αρχαιότητα το κρασί και η μπίρα.

2. Η βιολογία στην υπηρεσία της εγκληματολογίας: Οι νέες τεχνικές που έχει στη διάθεσή της η βιολογία τα τελευταία χρόνια μάς επιτρέπουν πλέον να κάνουμε ανάλυση DNA, η οποία μπορεί να χρησιμεύσει στη διαπίστωση της πατρότητας αλλά και στην ανακάλυψη εγκληματιών. Για τον δεύτερο σκοπό συλλέγεται βιολογικό υλικό από τον τόπο ενός εγκλήματος (τρίχες, αίμα κτλ.) και γίνεται ανάλυση DNA. Σε περίπτωση που υπάρχει κάποιος ύποπτος, μπορεί να γίνει σύγκριση του DNA του υπόπτου με το DNA που βρέθηκε στον τόπο του εγκλήματος. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αποδεικτικά στοιχεία στη δίκη. Σήμερα αυτή η τεχνική αποτελεί σχεδόν ρουτίνα για την εγκληματολογία, αλλά σε πολλές

περιπτώσεις υπάρχουν ακόμα κάποια νομικά κενά. Να ανατρέξετε σε κατάλληλες πηγές, να συλλέξετε στοιχεία σχετικά με τη χρήση παρόμοιων δεδομένων στην εγκληματολογία και να παρουσιάσετε περιπτώσεις όπου έγινε χρήση τους. (Ενδεικτικά αναφέρουμε την υπόθεση Σίμσον (Simpson), ενός γνωστού Αμερικανού ηθοποιού που κατηγορήθηκε ότι σκότωσε τη γυναίκα του.)

3. Κάποιες οικολογικές οργανώσεις αντιτίθενται στη δημιουργία γενετικά τροποποιημένων οργανισμών. Να ανατρέξετε στις κατάλληλες πηγές και να συλλέξετε πληροφορίες για τα επιχειρήματα που προβάλλουν και τον τρόπο με τον οποίο προσπαθούν να εμποδίσουν τη χρήση αυτών των οργανισμών.

4. Όσοι ασχολούνται με τα νομικά προβλήματα που προκύπτουν από τη γενετική μηχανική θεωρούν σημαντικό να θεσπιστεί παγκοσμίως ένας κοινός νομικός κώδικας. Γιατί πιστεύετε πως κάτι τέτοιο είναι αναγκαίο; Να δώσετε παραδείγματα τέτοιων προβλημάτων.

5. Να αναζητήσετε τίτλους βιβλίων και ταινιών που να ασχολούνται με θέματα γενετικής μηχανικής. Να επιλέξετε ένα από αυτά, να το περιγράψετε περιληπτικά και να συζητήσετε στην τάξη σχετικά με το θέμα που διαπραγματεύεται.

6. Ποια οφέλη και ποια προβλήματα πιστεύετε ότι θα υπάρξουν για την ανθρωπότητα από τη χαρτογράφηση του γονιδιώματος του ανθρώπου; Για την απάντησή σας να ανατρέξετε σε κατάλληλες πηγές.



**Βίσονας από το σπήλαιο της
Αλταμίρας 15.000-12.000 π.Χ.
Σπηλαιογραφία**

εξέλιξη

7

133 / 129

Προηγούμενες γνώσεις που θα χρειαστώ...



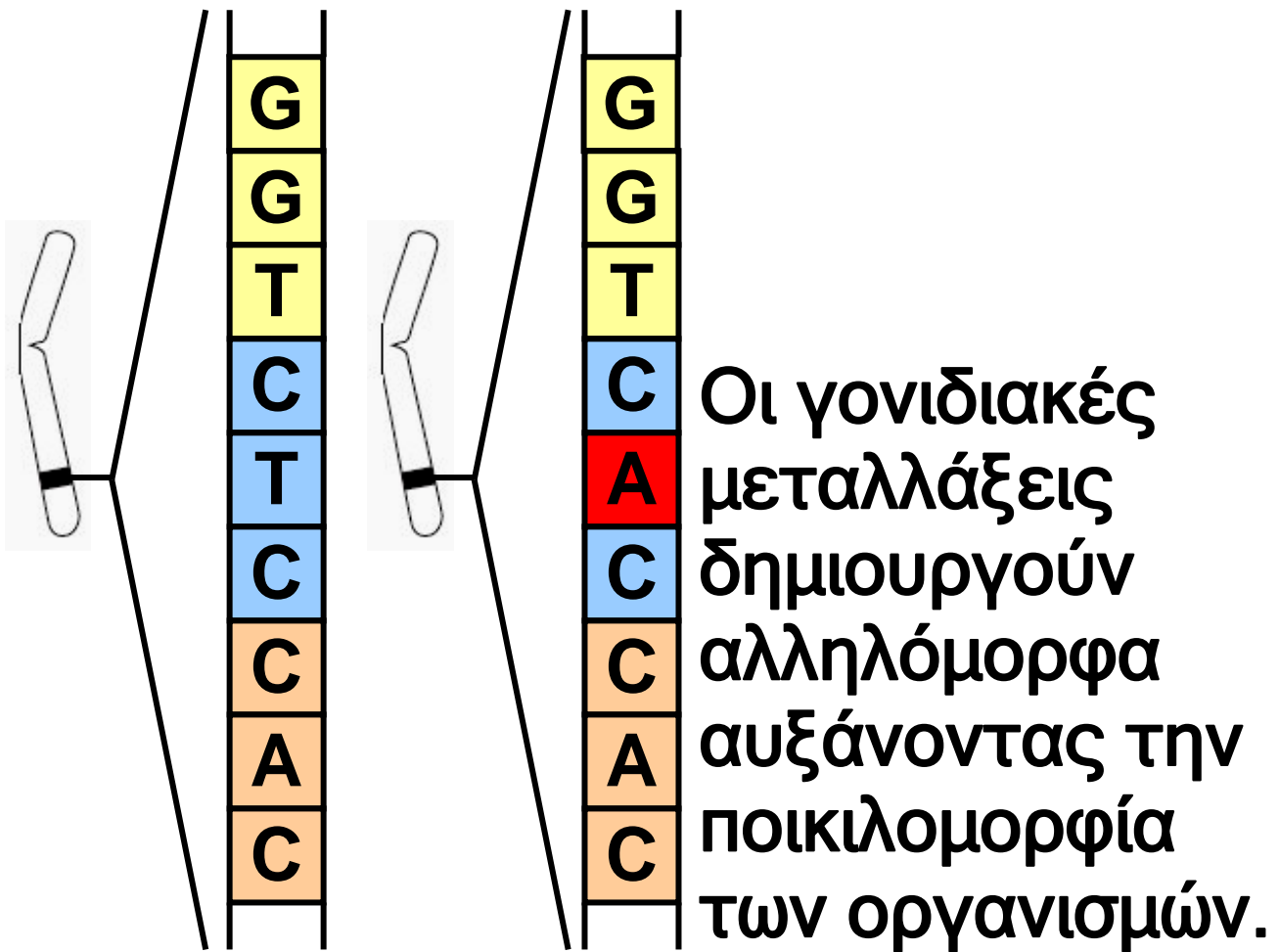
Το περιβάλλον εμφανίζει
ετερογένεια, αλλά...



...διαφορετικοί οργανισμοί διαθέτουν χαρακτηριστικά χάρη στα οποία επιβιώνουν σε διαφορετικά περιβάλλοντα.



Οι οργανισμοί κληρονομούν κάποια χαρακτηριστικά από τους προγόνους τους.



...καινούριες γνώσεις που θα αποκτήσω

- Τι είναι η εξέλιξη και πώς συντελείται.
- Τι είναι τα απολιθώματα και ποια η σημασία 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 ποικιλία μορφών 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.



Εικ. 7.7 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.

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 ανοιχτό ή σκουρόχρωμα 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

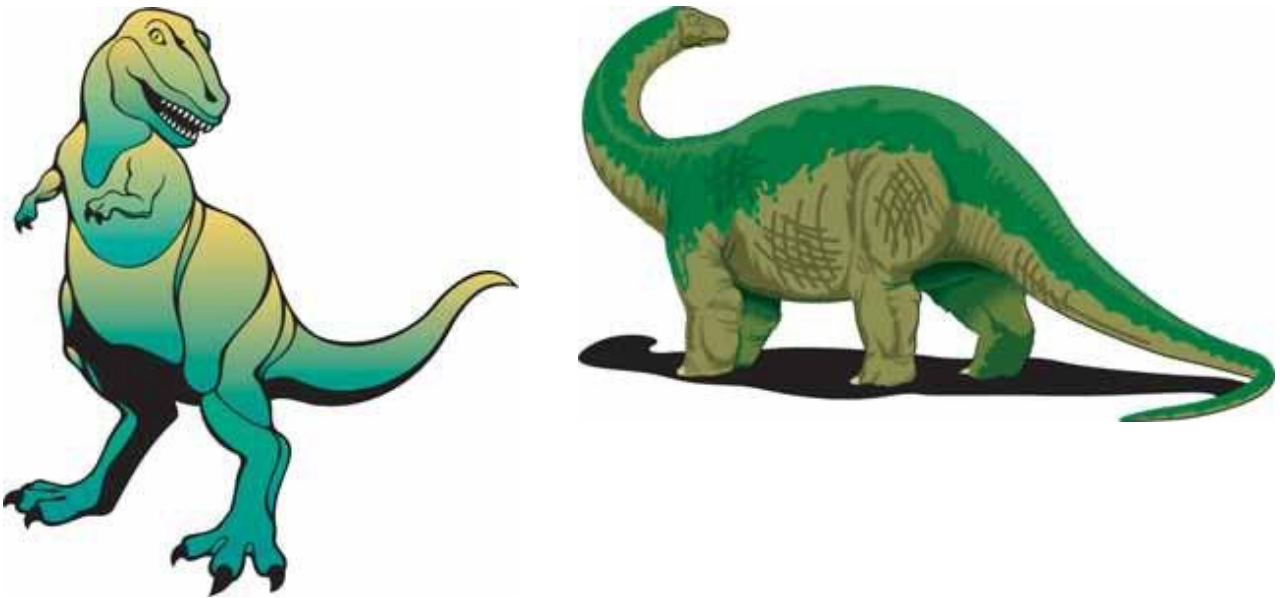
μειονέκτημα σε ένα θερμό κλίμα. Συνεπώς, ένα χαρακτηριστικό από μόνο του συνήθως δεν μπορεί να θεωρηθεί αποκλειστικά θετικό ή αρνητικό για την επιβίωση ενός οργανισμού, αλλά πάντα σε σχέση με το περιβάλλον στο οποίο ζει.



Εικ. 7.2 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 μοιράζουν, 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.

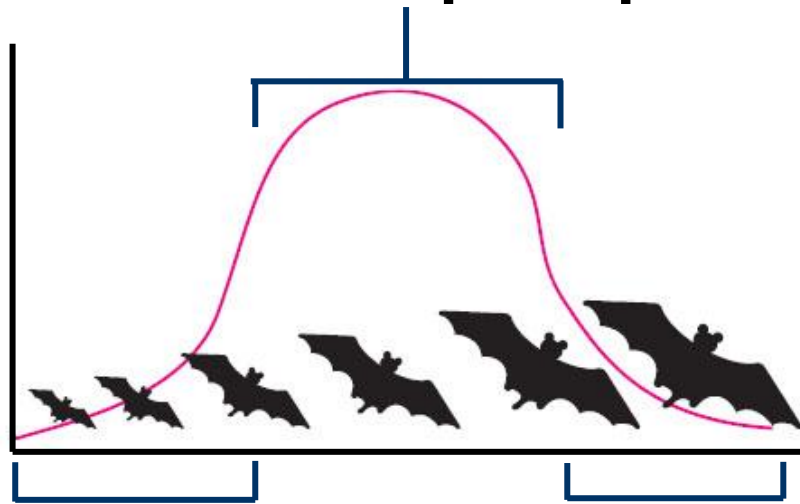


Εικ. 7.3 Καθώς οι συνθήκες στη Γη μεταβάλλονται συνεχώς, κάποιοι οργανισμοί προσαρμόζονται και κάποιοι όχι. Παράδειγμα οργανισμών που δεν προσαρμόστηκαν είναι οι δεινόσαυροι. Κάποτε αποτελούσαν μία από τις πιο επιτυχημένες ομάδες οργανισμών πάνω στη Γη, αλλά εξαφανίστηκαν κάτω από αδιευκρίνιστες συνθήκες.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

Για να δράσει η Φυσική Επιλογή, πρέπει να υπάρχει ποικιλομορφία, δηλαδή γενετική ποικιλότητα, στην οποία συμβάλλουν και οι 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 τα «ευνοϊκά» γονίδια. Με το πέρασμα πάρα πολλών χρόνων τα άτομα που θα διαθέτουν τα ευνοϊκά χαρακτηριστικά θα γίνονται

όλο και περισσότερα στον πληθυσμό.

αυτά τα άτομα έχουν το μέγεθος που διευκολύνει την επιβίωσή τους



αυτά τα άτομα είναι πολύ μικρά και πεθαίνουν **αυτά τα άτομα είναι πολύ μεγάλα και πεθαίνουν**

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 ελιχθούν 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.



Εικ. 7.5 Απολιθώματα.

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.



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.

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



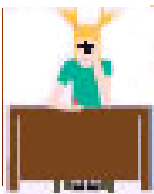
Εικ. 7.7 Οι πληροφορίες που συγκεντρώνουμε από τα απολιθώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να

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.

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.



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;

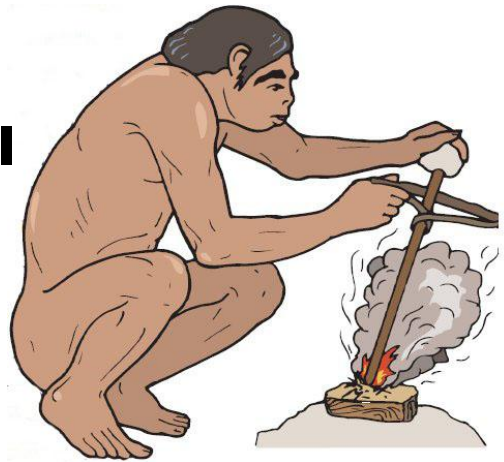
4. Ποια η σχέση των μεταλλάξεων με την εξέλιξη;

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 ανθρώπινης εξέλιξης άρχισε πριν από 4.000.000 χρόνια στην ανατολική Αφρική, από μια ομάδα ζώων

που ονομάζονται
Αυστραλοπίθηκοι και
έφτασε στον **Homo**
sapiens, δηλαδή τον
σημερινό άνθρωπο.



Για να κατανοήσουμε την εξέλιξη του ανθρώπου, πρέπει να σκεφτούμε και το πώς ήταν το περιβάλλον εκείνη την εποχή. Η ανατολική Αφρική, που σήμερα έχει τεράστιες ξερές πεδιάδες με πολύ λίγα δέντρα, πριν από εκατομμύρια χρόνια καλυπτόταν από πυκνή ζούγκλα και αποτελούσε χώρο όπου ζούσαν πολλά είδη πιθήκων. Τότε, όπως και σήμερα, οι πίθηκοι ήταν εξαίρετοι 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, ενδεχομένου γιατί ζούσαν σε ομάδες και συνεργάζονταν στο κυνήγι. Τυχαία κάποιοι εμφάνισαν μεγαλύτερους εγκεφάλους, 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

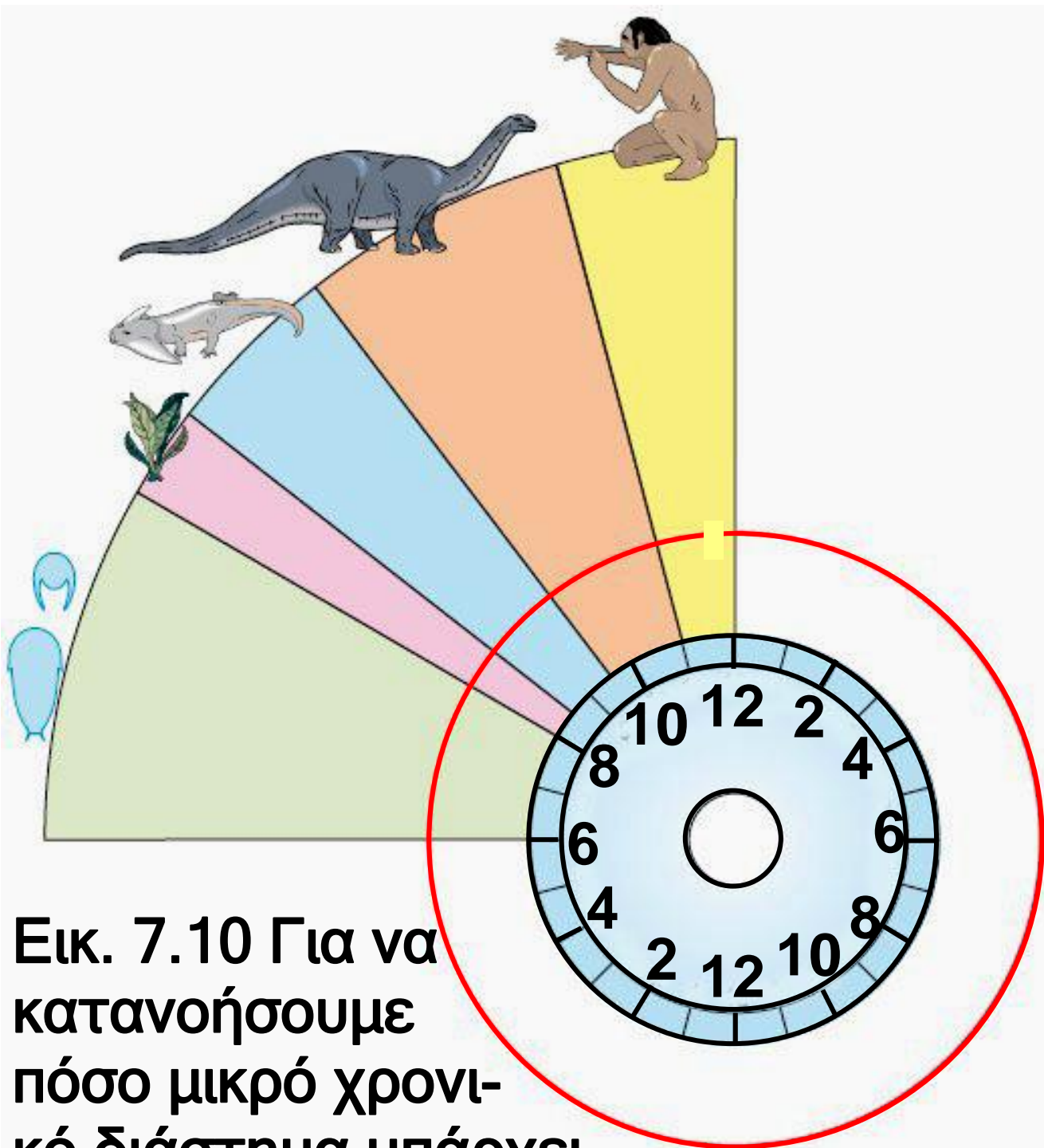
σπανίως πλήρη απολιθώματα. Επίσης, δεν υπάρχουν απολιθώματα των ενδιάμεσων σταδίων της εξέλιξης, μάλλον γιατί αυτές οι περίοδοι αλλαγών ήταν γρήγορες, οπότε υπήρχε μικρή πιθανότητα να απολιθωθούν οι «ενδιάμεσοι κρίκοι». Όμως η γενικότερη πορεία φαίνεται να είναι ξεκάθαρη, δείχνοντας ότι οι Αυστραλοπίθηκοι 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

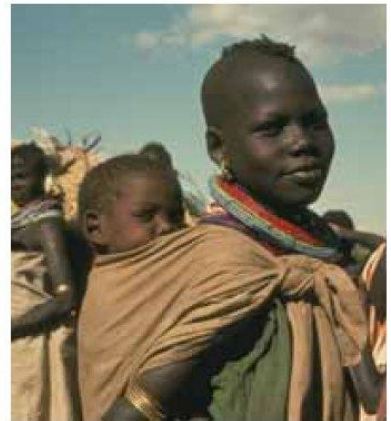
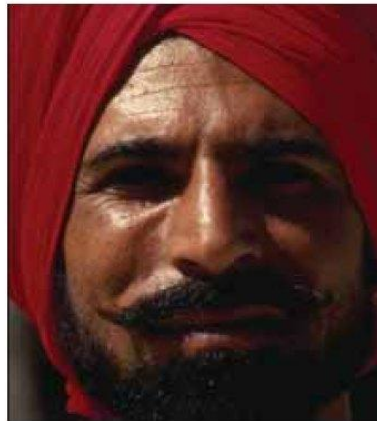
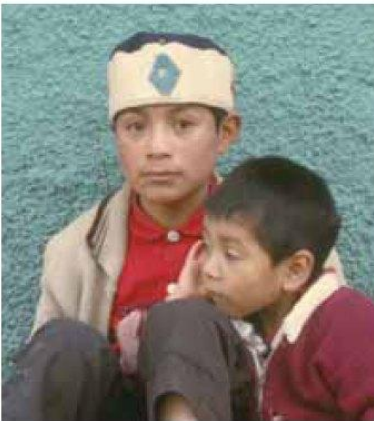
για την επικοινωνία του. Ωστόσο με την εμφάνιση του Homo sapiens η ανθρώπινη ευφυΐα έφτασε σε ένα τελείως διαφορετικό επίπεδο. Οι άνθρωποι μπορούσαν πλέον να συζητούν σχετικά με αφηρημένες έννοιες, όπως το μέλλον και το παρελθόν. Μπορούσαν να χρησιμοποιούν τον λόγο για να παρηγορήσουν ο ένας τον άλλο ή για να δώσουν συμβουλές. Έφτιαχναν κοσμήματα, ανοίγοντας 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.



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.



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

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 σωματώδες 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 *Homo sapiens sapiens* οι Νεάντερταλ εξαφανίστηκαν. Οι *Homo sapiens sapiens*, παρ' όλο που δεν ήταν τόσο καλά προσαρμοσμένοι όσο οι Νεάντερταλ στο κρύο,

επιβίωσαν, ενώ οι τελευταίοι 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

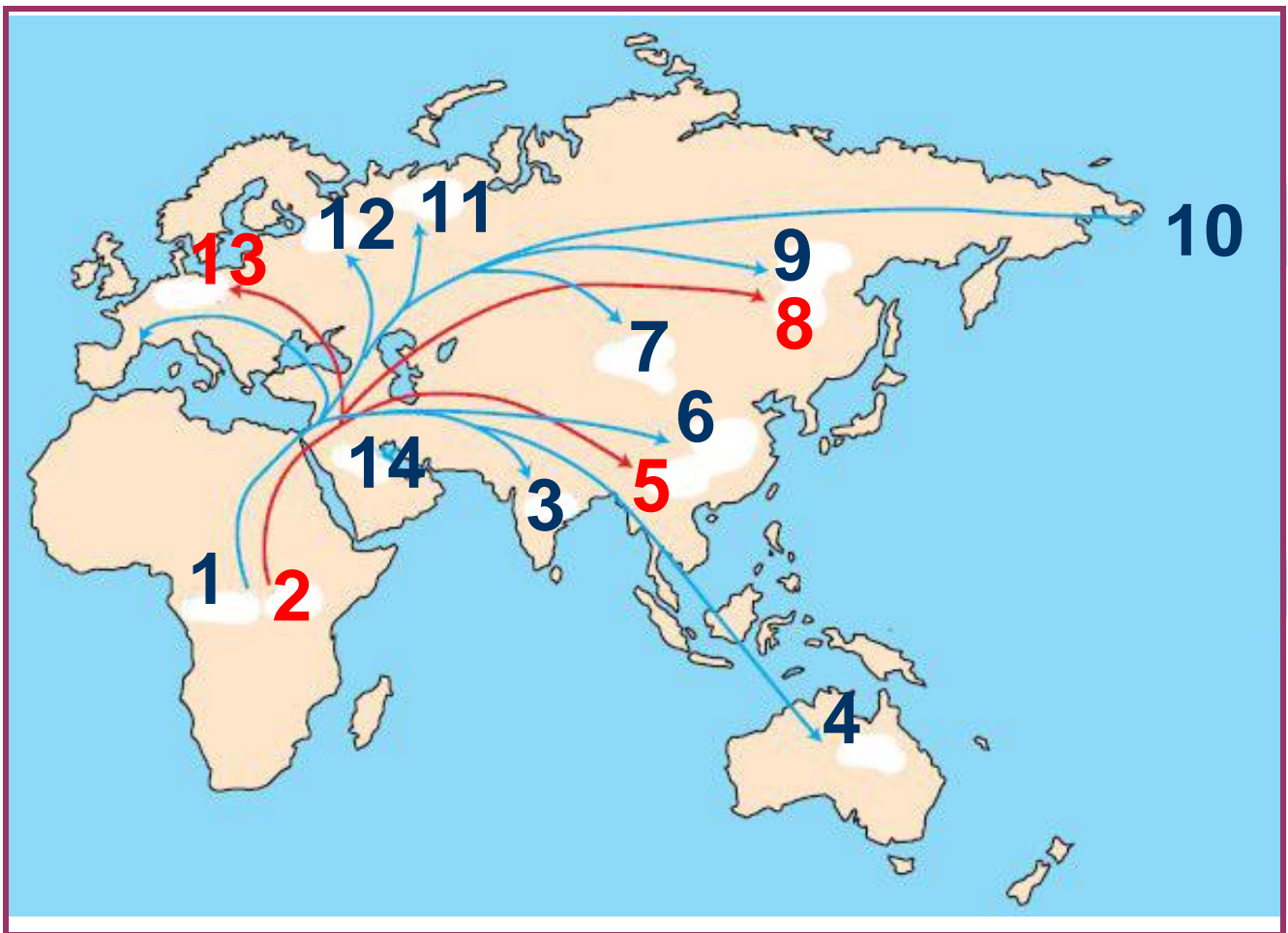
«Πέρα από την Αφρική»

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 εξαφάνιση 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.

1: 200K 2: 1M 3: 60K 4: 40K
5: 1M 6: 60K 7: 60K 8: 1M 9: 60K
10: 30K(;) 11: 50K 12: 60K
13: 0,7M 14: 100K

- Εξάπλωση του Homo erectus
- Εξάπλωση των σύγχρονων ανθρώπων



ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ... ΑΛΛΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

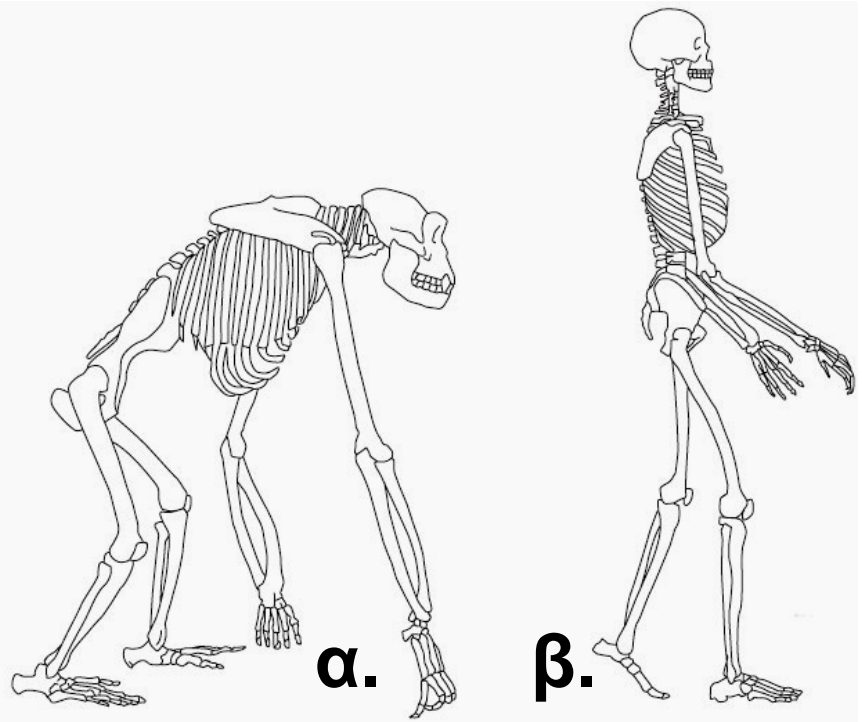
Πρώτα ο εγκέφαλος ή τα χέρια;

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



ανθρώπινου 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 (χιμπαντζής, 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).



1. Μία θεωρία υποστηρίζει ότι έγιναν διασταυρώσεις μεταξύ των Νεάντερταλ και των Homo 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 είναι το υποείδος στο οποίο ανήκει ο σύγχρονος άνθρωπος.



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



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.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΟΥ 3ου ΤΟΜΟΥ

5. ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

5.1 Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα	11
5.2 Η ροή της γενετικής πληροφορίας	23
Η δομή των νουκλεϊκών οξέων – Αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας.....	23
Αντιγραφή του DNA - Διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας.....	27
Μεταγραφή, μετάφραση - Έκφραση της γενετικής πληροφορίας	30
5.3 Αλληλόμορφα	40
5.4 Κυτταρική διαίρεση	48
Μίτωση	48
Μείωση.....	52
5.5 Κληρονομικότητα.....	57

Οι νόμοι του Μέντελ	59
5.6 Μεταλλάξεις	71

6. ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

6.1 Εφαρμογές της βιοτεχνολογίας	97
---	-----------

6.2 Γενετική μηχανική και βιοτεχνολογία	102
Γονιδιακή θεραπεία.....	109

Παραγωγή φαρμάκων, ορμονών και εμβολίων Γενετικά τροποποιη- μένοι οργανισμοί.....	114
--	------------

6.3. Προβληματισμοί από την αξιοποίηση των επιτευμάτων της γενετικής- Βιοηθική.....	121
--	------------

7. ΕΞΕΛΙΞΗ

7.1 Η εξέλιξη και οι «μαρτυρίες» της	137
---	------------

Τα απολιθώματα.....	148
----------------------------	------------

Οι βιοχημικές αποδείξεις.....	149
--------------------------------------	------------

7.2 Η εξέλιξη του ανθρώπου	154
--	------------

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.