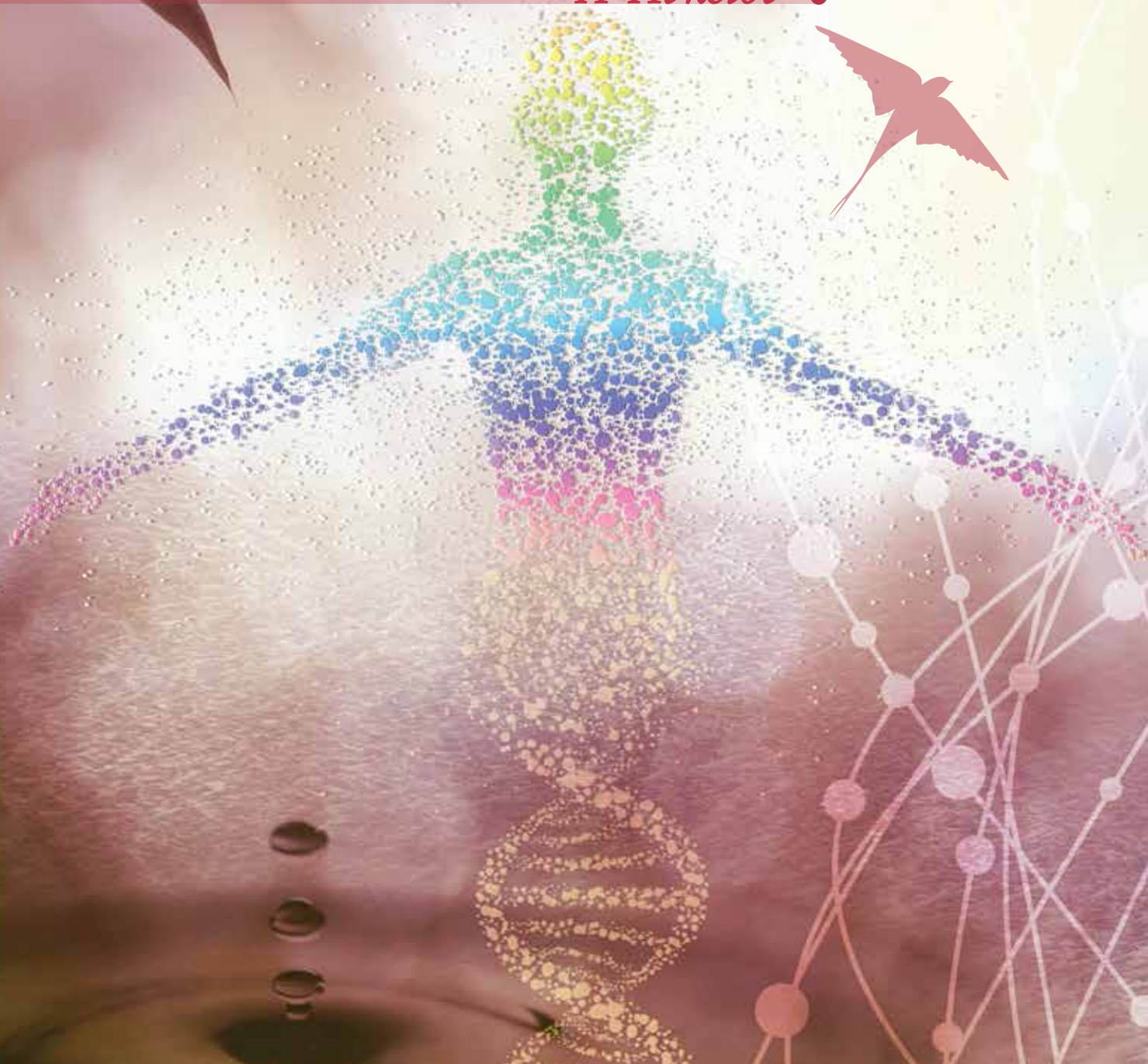


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

Βιολογία

Α' Λυκείου



ΒΙΒΛΙΟ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΒΙΟΛΟΓΙΑ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Όνομα μαθητή/τριας: _____

Τμήμα: _____ Σχολική Χρονιά: _____

Μια συμβολή στη:

- Βιολογική Επιστημονική Σκέψη
- Κοινωνικο - Επιστημονική Εγγραμματοσύνη
- Βιοηθική Ευαισθητοποίηση
- Αγωγή Υγείας

ΒΙΒΛΙΟ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ



ΒΙΟΛΟΓΙΑ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Συγγραφή:

**Δρ Ανδρεανή Μπάιτελμαν, Λειτουργός Αναλυτικών Προγραμμάτων Βιολογίας
Δρ Ανδρέας Χατζηχαμπής, Λειτουργός Αναλυτικών Προγραμμάτων Βιολογίας
Δρ Δήμητρα Παρασκευά - Χατζηχαμπή, Σύμβουλος Προγραμμάτων Αγωγής Υγείας
Δρ π. Δημήτριος Μαππούρας, ΕΜΕ Φυσιογνωστικών/Βιολογίας**

Εποπτεία:

Δρ π. Δημήτριος Μαππούρας, ΕΜΕ Φυσιογνωστικών/Βιολογίας

Επιμέλεια έκδοσης:

**Δρ Παναγιώτα Μυλωνά, ΕΜΕ Φυσιογνωστικών/Βιολογίας
Δρ Ελλάδα Σαββίδου, Σύμβουλος Επιθεώρησης Φυσιογνωστικών/Βιολογίας
Βάσω Παπασωζομένου, Σύμβουλος Προγραμμάτων Αγωγής Υγείας**

Γλωσσική επιμέλεια:

Μαριάννα Χριστόφια, Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων

Σχεδιασμός έκδοσης:

Έλενα Ηλιάδου, Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων

Σχεδιασμός εξωφύλλου:

Χρύσης Σιαμμάς, Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων

Συντονισμός έκδοσης:

Δρ Πέτρος Γεωργιάδης, Συντονιστής Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων

Α΄ Έκδοση 2017

Β΄ Έκδοση 2018

Γ΄ Έκδοση 2024

Εκτύπωση: ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ Α/ΦΟΙ ΕΥΣΤΡΑΤΟΓΛΟΥ Ο.Ε.

**© ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**

ISBN: 978-9963-54-377-9

Πρόλογος

Με ιδιαίτερη χαρά προλογίζω την Α΄ έκδοση του βιβλίου «**Βιολογία Α΄ Λυκείου - Βιβλίο Δραστηριοτήτων**» της Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων του Υπουργείου Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας, το οποίο αναπτύχθηκε στη βάση του νέου προγράμματος σπουδών για τη Βιολογία και σύμφωνα με τη φιλοσοφία των νέων εκσυγχρονισμένων Αναλυτικών Προγραμμάτων.

Τα σύγχρονα επιτεύγματα της επιστήμης, μαζί με τα κοινωνικό-επιστημονικά και βιο-ηθικά διλήμματα που αναπόφευκτα ανακύπτουν, η παγκοσμιοποίηση της γνώσης, αλλά και οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς εργασίας επιβάλλουν την αναθεώρηση τόσο των μεθόδων όσο και των σκοπών και στόχων της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Ο επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός για όλους, η σύνδεση των Φυσικών Επιστημών με την τεχνολογία, την κοινωνία και την αειφόρο ανάπτυξη αποτελούν σήμερα βασικούς στόχους της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Για την επίτευξη όμως αυτών των στόχων απαιτείται η εφαρμογή παιδαγωγικών αρχών μέσα από σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις της γνώσης και της μάθησης.

Το βιβλίο «**Βιολογία Α΄ Λυκείου - Βιβλίο Δραστηριοτήτων**» αποτελεί ένα παράδειγμα μιας τέτοιας σύγχρονης διδακτικής προσέγγισης. Μέσα από το βιβλίο αυτό καλλιεργούνται θετικές στάσεις απέναντι στη σύγχρονη βιολογική επιστημονική σκέψη και προωθείται η εννοιολογική κατανόηση των φαινομένων της ζωής, η επιστημολογική επάρκεια, η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της φαντασίας και της δημιουργικότητας των μαθητών/τριών, καθώς επίσης, και η καλλιέργεια επιστημονικών, τεχνολογικών και πρακτικών δεξιοτήτων. Παράλληλα, μέσα από τις δομημένες δραστηριότητες του βιβλίου, γίνεται προσπάθεια ώστε οι μαθητές/τριες να καλλιεργήσουν και κοινωνικές δεξιότητες, τόσο αυτενέργειας και εμπειριστατωμένης υποστήριξης της προσωπικής άποψης όσο και ικανότητες ομαδικής εργασίας, συνεργασίας και αποδοχής της τεκμηριωμένης αντίθετης τοποθέτησης.

Ευχαριστώ θερμά και συγχαίρω τους συγγραφείς Δρα Ανδρεανή Μπάιτελμαν, Δρα Ανδρέα Χατζηχαμπί, Δρα Δήμητρα Χατζηχαμπί και τον Δρα π. Δημήτριο Μαπούρα για το αξιόλογο έργο τους και τις μεγάλες προσπάθειες που κατέβαλαν, όπως και για τον χρόνο που αφιέρωσαν για να αναπτυχθεί και να εκδοθεί το παρόν βιβλίο. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον Επιθεωρητή Μέσης Εκπαίδευσης Φυσιολογικών/Βιολογίας/Γεωγραφίας Δρα π. Δημήτριο Μαπούρα για την εποπτεία, την καθοδήγηση καθώς και τις επιτυχείς παρεμβάσεις του για την ολοκλήρωση του έργου αυτού.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Δρα Μάριο Καριόλου, Διευθυντή Τμήματος Καρδιαγγειακής Γενετικής και Εργαστηρίου Δικανικής Γενετικής του Ινστιτούτου Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου για την αгаστή συνεργασία του με τη συγγραφική ομάδα του βιβλίου αυτού, σε μια προσπάθεια για μια πιο έγκυρη παρουσίαση της υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης για τα ζητήματα που διαπραγματεύονται στο συγκεκριμένο βιβλίο.

Δρ Κυπριανός Δ. Λούης
Διευθυντής Μέσης Γενικής Εκπαίδευσης



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛΙΔΑ
Σημείωμα για μαθητές/τριες	7
Εικονίδια του βιβλίου μου	8
Γνωριμία με το βιβλίο μου	9
Ενότητα 1 Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό	13
1.1. Αναζητώντας τον αγνοούμενο Ανδρέα	18
1.2. Μελετώντας το γενετικό υλικό του αγνοούμενου Ανδρέα	20
1.3. Δομή του DNA	22
1.4. Αντιγραφή του DNA	25
1.5. Κεντρικό Δόγμα της Μοριακής Βιολογίας - Ροή της γενετικής πληροφορίας και δόμηση του σώματος του αγνοούμενου Ανδρέα Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα!	28 31
1.6. Από τον πυρήνα στα χρωματοσώματα Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα! Ασκήσεις Εμπλουτισμού - Δημιουργικές Εργασίες!	35 42 45
Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό - Ένθετο	57
Δραστηριότητα 1 Μέθοδος Αποτυπωμάτων DNA	58
Δραστηριότητα 2 Ταυτοποιώντας το άγνωστο σκελετικό υλικό	66
Δραστηριότητα 3 Ποια είναι τελικά η τύχη του αγνοούμενου Ανδρέα;	73
Ενότητα 2 Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών	79
2.1. Πώς αναπτύχθηκε και μεγάλωσε ο οργανισμός του αγνοούμενου Ανδρέα;	80
2.2. Μελετώντας τη Μεσόφαση	83
2.3. Μελετώντας την Κυτταρική Διαίρεση	85
2.4. Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών	90

Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα! 97

Ασκήσεις Εμπλουτισμού - Δημιουργικές Εργασίες! 100

Ενότητα 3 Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα **107**

3.1. Πώς μεταβιβάστηκαν τα γενετικά χαρακτηριστικά του κ. Αναστάση και της κας Γρηγορίας στον Ανδρέα; 109

3.2. Τα πειράματα και οι νόμοι του Μέντελ για την κληρονομικότητα 113

3.3. Τα αποτελέσματα του Μέντελ με σημερινούς όρους γενετικής
Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα! 118
125

3.4. Κληρονομικότητα στον άνθρωπο και Μεσογειακή αναιμία:
Ήταν ο αγνοούμενος Ανδρέας φορέας της Μεσογειακής Αναιμίας; 130

3.5. Κληρονομικότητα στον άνθρωπο και Ομάδες αίματος:
Ποια ήταν η ομάδα αίματος του αγνοούμενου Ανδρέα; 135

3.6. Κληρονομικότητα στον άνθρωπο και παράγοντα Ρέζους (Rhesus):
Είχε ο αγνοούμενος Ανδρέας τον παράγοντα Rhesus;
Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα! 137
138

Επαναληπτικές σελίδες **148**

Βιβλιογραφικές Αναφορές **156**

Γλωσσάρι **160**



Σημείωμα για τους/τις μαθητές/τριες

Αγαπητοί μαθητές και μαθήτριες,

Ο 21^{ος} αιώνας μάς βρίσκει αντιμέτωπους με ποικίλα και σύνθετα προβλήματα. Η ανάπτυξη των Βιολογικών Επιστημών μπορεί να συμβάλει στην επίλυση πολλών από αυτά τα προβλήματα. Για τον σκοπό αυτό, ελπίζουμε ότι το βιβλίο αυτό θα σας βοηθήσει στην περαιτέρω εξερεύνηση της σύγχρονης Βιολογίας για να γίνετε βιολογικά πληροφορημένοι και ευαισθητοποιημένοι πολίτες.

Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της φετινής σχολικής χρονιάς θα συνεχίσετε το ταξίδι σας στον γοητευτικό κόσμο της Βιολογίας για να γνωρίσετε ακόμη περισσότερα θαυμαστά πράγματα για τον ανθρώπινο οργανισμό, την οργάνωση, τη δομή και τη λειτουργία του. Θα έχετε την ευκαιρία να διερευνήσετε τον θαυμαστό κόσμο της μοριακής βιολογίας, που αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της προσφοράς των βιολογικών επιστημών στην ανθρωπότητα. Θα μελετήσετε, επίσης, θέματα που αφορούν στην κληρονομικότητα και παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για τον κάθε άνθρωπο.

Εκτός όμως από την απόκτηση γνώσεων, θα έχετε τη δυνατότητα:

- Να βελτιώσετε τις δεξιότητες συνεργασίας μεταξύ σας και με τους εκπαιδευτικούς σας για την επίτευξη κοινών στόχων
- Να βελτιώσετε τον επιστημονικό τρόπο έρευνας, αναζήτησης και αξιολόγησης δεδομένων, και γενικά
- Να αναπτύξετε τέτοιες στάσεις, δεξιότητες και συμπεριφορές που να σας επιτρέπουν να λαμβάνετε, αναλόγως των δεδομένων, τις ορθές αποφάσεις, όχι μόνο για το δικό σας όφελος αλλά και για το μακροπρόθεσμο κοινό συμφέρον τόσο της ιδιαίτερής μας πατρίδας όσο και του πλανήτη ολόκληρου.

Σας ευχόμαστε μια καλή και δημιουργική χρονιά και να θυμάστε ότι:

«Η παιδεία είναι για τους ανθρώπους δεύτερος ήλιος»

Πλάτων

Οι συγγραφείς

Εικονίδια του βιβλίου μου



Ερώτηση Ανοικτού Τύπου



Συμπλήρωση Διαγράμματος



Συμπλήρωση Κειμένου/Λέξεων/Εννοιών



Συμπλήρωση Ενδείξεων



Διατύπωση Απόψεων/Ιδεών



Τοποθέτηση στη Σωστή Σειρά



Κατασκευή Γραφικής Παράστασης



Χρήση Αυτοκόλλητων Εικόνων



Σταυρόλεξο, Κρυπτόλεξο



Αποστολή



Διαθεματικότητα



Επιχειρηματολογία



Διατύπωση Ορισμού



Πρωτοπόροι στη Βιολογία



Προσοχή - Κίνδυνος



Πολλαπλής επιλογής



Σωστό / Λάθος



Αντιστοίχιση



Εκτέλεση Πειράματος



Συμπλήρωση Πίνακα



Έλεγχος Υλικών



Χρήση Διαδικτύου



Ιεράρχηση Εννοιών



Εργασία Τύπου Project



Μελέτη Ένθετου



Βίντεο



Πολυμεσική Παρουσίαση



Δημιουργικότητα



Επικοινωνία με τον/την εκπαιδευτικό



Ανακοίνωση Αποτελεσμάτων



Προτεινόμενος Χρόνος



Θεατρικός Διάλογος



Μαθηματικοί υπολογισμοί

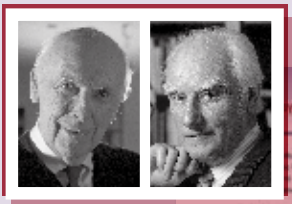
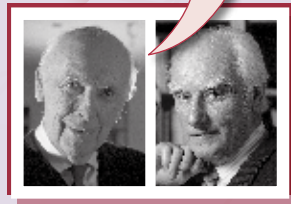


Μοντελοποίηση

Γνωριμία με το βιβλίο μου...

Γνωρίζετε ότι...

Είμαστε οι Τζέιμς Γουάτσον (James Watson, 1928-σήμερα) και Φράνσις Κρικ (Francis Crick, 1928-2004). Το όνομά μας είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη δομή του DNA. Μαζί με τον Μέντελ (Gregor Mendel, 1822-1884) που θεωρείται ο πατέρας της σύγχρονης γενετικής, θα μας συναντήσετε, σε κάποιες σελίδες, να σας δίνουμε επιπρόσθετες πληροφορίες που θα σας βοηθήσουν να ολοκληρώσετε τις δραστηριότητές σας, και να εμπλουτίσετε τις γνώσεις σας, κάτω από τον τίτλο: Γνωρίζετε ότι...



Γνωρίζετε ότι...

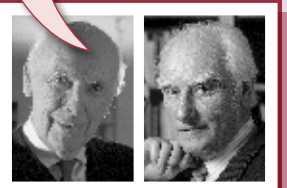
Στην πρώτη σελίδα κάθε ενότητας υπάρχει ένα σύντομο ένθετο, το οποίο παρουσιάζει το πρόβλημα με το οποίο θα ασχοληθείτε για να βρείτε τη λύση του. Ακολουθεί η Αποστολή σας, που περιγράφει τα κύρια σημεία που θα περιλαμβάνει η διερεύνησή σας.



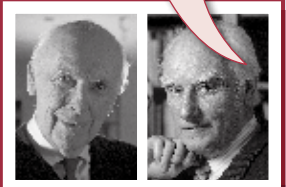
Γνωριμία με το βιβλίο μου...



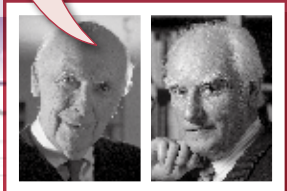
Γνωρίζετε ότι...
 Σε κάθε σελίδα κάθε ενότητας, δίπλα από κάθε δραστηριότητα υπάρχουν εικονίδια που δείχνουν το είδος της δραστηριότητας που έχετε να κάνετε. Τα εικονίδια αυτά μπορούν να σας βοηθήσουν να αντιληφθείτε καλύτερα το τι ακριβώς πρέπει να κάνετε σε κάθε δραστηριότητα.



Γνωρίζετε ότι...
 Δίπλα από κάθε κύρια δραστηριότητα θα βρείτε ένα ρολόι με τον προτεινόμενο χρόνο, που θα έχετε στη διάθεσή σας, για να ολοκληρώσετε τη συγκεκριμένη δραστηριότητα.



Γνωρίζετε ότι...
 Στο τέλος κάποιων δραστηριοτήτων θα βρείτε το εικονίδιο που σας αναφέρει «Ανακοίνωση Αποτελεσμάτων». Σε αυτό το σημείο θα πρέπει η ομάδα σας να είναι έτοιμη να ανακοινώσει τα αποτελέσματά της στην ολομέλεια της τάξης.





ΕΝΟΤΗΤΑ 1
Εισαγωγή
στο Γενετικό Υλικό



Γνωρίζοντας το Ινστιτούτο Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου

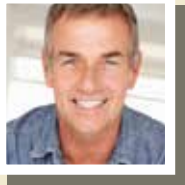
Το Ινστιτούτο Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου (ΙΝΓΚ) ιδρύθηκε το 1990. Σήμερα λειτουργεί, στις νέες του σύγχρονες εγκαταστάσεις, ως ένα ιδιωτικό, μη κερδοσκοπικό, δικοινοτικό, ιατρικό, ερευνητικό και ακαδημαϊκό κέντρο. Όραμά του είναι να λειτουργεί ως ένα Εθνικό Κέντρο Αριστείας και ως ένα Περιφερειακό Κέντρο Αναφοράς στα θέματα της νευρολογίας, γενετικής, βιοϊατρικής, ιατρικής και άλλων συναφών επιστημών.

Αποστολή του ΙΝΓΚ είναι:

1. Να αναπτύσσει και να παρέχει υψηλού επιπέδου ιατρικές και κλινικές εργαστηριακές υπηρεσίες
2. Να αναπτύξει και να ακολουθεί προηγμένη έρευνα
3. Να παρέχει εκπαίδευση στα θέματα της νευρολογίας, γενετικής, βιοϊατρικής, ιατρικής και άλλων παρόμοιων επιστημών. Ανώτερος σκοπός του ΙΝΓΚ είναι να βελτιώσει και να αναβαθμίσει την ποιότητα ζωής όλων των Κυπρίων πολιτών, ανεξαρτήτως θρησκείας ή εθνικής καταγωγής, και να ενισχύσει τον διεθνή του ρόλο στους τομείς της ειδικότητάς του.

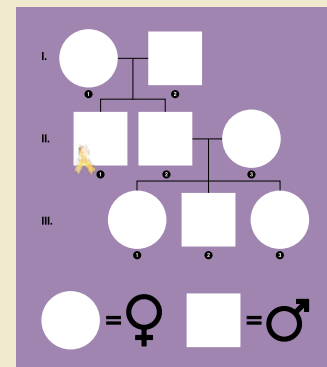
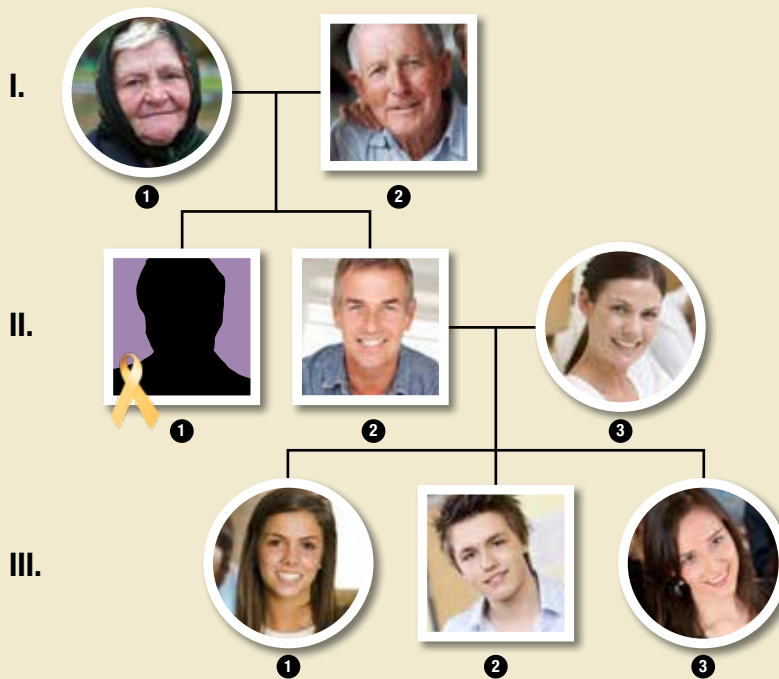
Στον Βιοϊατρικό τομέα του ΙΝΓΚ λειτουργούν 8 τμήματα καθώς και το Εργαστήριο Δικανικής Γενετικής. Ένα από τα 8 τμήματα του ΙΝΓΚ είναι και το **Τμήμα Κυτταρογενετικής και Γονιδιώματος** το οποίο μελετά τα χρωματοσώματα και τις χρωματοσωματικές ανωμαλίες. Οι χρωματοσωματικές ανωμαλίες είναι η αιτία πολλών ανθρωπινων διαταραχών και περιπτώσεων, όπως νοστική υστέρηση, μαθησιακές δυσκολίες, αυτισμός, συγγενείς ανωμαλίες, στειρότητα και αποβολές. Οι έρευνες που εφαρμόζει παίζουν σημαντικό ρόλο στη διάγνωση, την πρόγνωση, τη θεραπεία και πρόληψη πολλών γενετικών/κληρονομικών ασθενειών του ανθρώπου.

Το **Εργαστήριο Δικανικής Γενετικής (LabFoG)** χρησιμοποιεί τις πλέον εξελιγμένες μεθόδους ταυτοποίησης του DNA, για τη μελέτη στοιχείων από αστικές και ποινικές έρευνες, από μαζικές καταστροφές και από έρευνες για αγνοούμενα πρόσωπα. Από το 1995 εξετάζει μαρτυρικό υλικό που συλλέγεται από τις σκηνές εγκλημάτων και χρειάζεται ανάλυση DNA και διατηρεί την Εθνική Ποινική Βάση Δεδομένων DNA. Επιπλέον, το Εργαστήριο Δικανικής Γενετικής εφαρμόζει επίσης μεθοδολογίες εξέτασης DNA για τη διενέργεια ελέγχου πατρότητας χρησιμοποιώντας αυστηρά ηθικά κριτήρια. Το 1996 ανατέθηκε στο Εργαστήριο Ιατροδικαστικής Γενετικής η ευθύνη της συλλογής βιολογικών δειγμάτων από τους συγγενείς των αγνοουμένων από τα τραγικά γεγονότα του 1958 - 1964 και του 1974. Από τα δείγματα αυτά έχει εξαχθεί DNA και έχει δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων DNA που χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση σκελετικών λειψάνων των αγνοουμένων.



Γεια σας είμαι ο Αλέξης. Κατάγομαι από την κατεχόμενη Κερύνεια και έχω έναν αδελφό, τον Ανδρέα, ο οποίος είναι αγνοούμενος από το 1974. Με πόνο θυμάμαι εκείνα τα τραγικά γεγονότα που πέρασε τόσο η οικογένειά μου όσο και ολόκληρος ο τόπος μας.

Ξυπνήσαμε το πρωί και ακούσαμε τους βομβαρδισμούς. Ο κόσμος είχε πανικοβληθεί. Οι άντρες κλήθηκαν για επιστράτευση. Ανάμεσά τους και ο πατέρας μου ο κ. Αναστάσης. Οι γυναίκες και τα παιδιά κατατρομαγμένοι περίμεναν με αγωνία να ενημερωθούν για τις εξελίξεις. Ο αδελφός μου ο Ανδρέας, ήταν τότε 15 χρονών, μαθητής της Γ΄ Γυμνασίου. Εκείνη τη μέρα είχε σπκωθεί πρωί, πριν από το χάραμα, και έφυγε για το περιβόλι μας. Από τότε, δεν τον ξαναείδαμε, η τύχη του αγνοείται. Η μητέρα μου η κα Γρηγορία ζει καθημερινά με τον καημό του αγνοούμενου γιου της. Μαζί με τη Ζωή, τη σύζυγό μου, και τα τρία μας παιδιά: την Ελπίδα, τον Λάζαρο και τη μικρότερή μου κόρη τη Σοφία, ζητούμε και περιμένουμε με αγωνία την εξακρίβωση της τύχης του αγνοούμενου αδελφού μου.



Αποστολή

Αποστολή σας είναι...

Να συνεργαστείτε με τους επιστήμονες του Ινστιτούτου Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου για να μελετήσετε το γενετικό υλικό και τον τρόπο που αυτό κληρονομείται στην οικογένεια του κ. Αλέξη. Σκοπός είναι, με βάση το γενετικό υλικό της οικογένειας του κ. Αλέξη και τα ανευρεθέντα λείψανα αγνοουμένων, να συμβάλετε στην εξακρίβωση της τύχης του αγνοούμενου μαθητή Ανδρέα.

Αγνοούμενοι: ένα παγκόσμιο πρόβλημα

Οι αγνοούμενοι είναι ένα πρόβλημα με παγκόσμιες διαστάσεις. Σε όλο τον κόσμο καταγράφονται αγνοούμενοι από διάφορες αιτίες συμπεριλαμβανομένων, των παραβιάσεων των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, του πολέμου, των καταστροφών, της εμπορίας ανθρώπων, της βίας που σχετίζεται με τα ναρκωτικά και της μετανάστευσης. Με το θέμα των αγνοουμένων ασχολείται η Διεθνής Επιτροπή για τους Αγνοούμενους (ICMP).



Ο πρόεδρος της Διεθνούς Επιτροπής για τους Αγνοούμενους, σημείωσε κατά τη διάρκεια ενός πρόσφατου συνεδρίου, ότι: «Το θέμα των αγνοουμένων είναι τόσο παλιό όσο η ίδια η ανθρωπότητα. Ωστόσο, δεν υπάρχει σχεδόν καμία κατανόηση της παγκόσμιας διάστασης ή της πραγματικής έκτασης του προβλήματος. Δεν υπάρχουν κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με την ευθύνη των κρατών να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα σε όλες τις διαστάσεις. Δεν υπάρχουν παγκόσμια πρότυπα, ή νομικά πλαίσια όπου τα θύματα ή επιζώντες ομάδες μπορούν να αναφέρονται. Επίσης, δεν υπάρχει διεθνής μηχανισμός για να αντιμετωπίσει αυτό το παγκόσμιο πρόβλημα.» Μετά την ολοκλήρωση του συνεδρίου, η ICMP εξέδωσε τις ακόλουθες συστάσεις:

- Η διεθνής κοινότητα πρέπει να αναγνωρίσει την παγκόσμια κλίμακα του προβλήματος των αγνοουμένων
- Ένας διεθνής μηχανισμός και μια διαρκής ικανότητα για εντοπισμό των αγνοουμένων θα πρέπει να διατίθενται για την παροχή βιώσιμης απάντησης σε όλες τις υποθέσεις αγνοουμένων και σε πλούσιες και σε φτωχές χώρες
- Η ευθύνη των κυβερνήσεων για την αντιμετώπιση υποθέσεων αγνοουμένων, μετά από ένοπλες συγκρούσεις και οργανωμένης βίας, πρέπει να είναι ξεκάθαρη.
- Πρότυπα και επαρκή προστασία των δεδομένων θα πρέπει να διασφαλίζεται με τη χρήση της προηγμένης εγκληματολογίας
- Το μέγεθος του παγκόσμιου αυτού προβλήματος πρέπει να ερευνηθεί σωστά και να γίνει κατανοητό, συμπεριλαμβανομένης της εξακρίβωσης του ακριβή αριθμού των ατόμων που αγνοούνται για οποιονδήποτε λόγο και για την καλύτερη κατανόηση των βαθύτερων αιτιών του προβλήματος.

Η Διεθνής Επιτροπή για τους Αγνοούμενους εμπλέκεται στην ενίσχυση των κυβερνήσεων σχετικά με το πρόβλημα των αγνοουμένων στη Νοτιοανατολική Ευρώπη, τη Νοτιοανατολική Ασία, τη Μέση Ανατολή και την Αμερική.

ΠΗΓΗ: ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΓΝΟΟΥΜΕΝΟΥΣ (ICMP)

Πρόβλημα αγνοουμένων αντιμετωπίζει και η Κύπρος. Ως αποτέλεσμα της τουρκικής εισβολής στην Κύπρο, προέκυψε και το τραγικό και ανθρωπιστικό θέμα των αγνοουμένων. Περίπου 1.474 άνθρωποι, στρατιωτικοί και άμαχοι, συμπεριλαμβανομένων γυναικών και παιδιών, είτε συνελήφθησαν από τις τουρκικές δυνάμεις εισβολής κατά τη διάρκεια του Ιουλίου και Αυγούστου του 1974, είτε εξαφανίστηκαν πολύ μετά τη λήξη των εχθροπραξιών σε περιοχές που βρίσκονταν υπό τον έλεγχο του τουρκικού στρατού. Ως αποτέλεσμα των επίμονων προσπαθειών της κυπριακής κυβέρνησης και των συγγενών των αγνοουμένων και ύστερα από σχετικά ψηφίσματα της Γενικής Συνέλευσης των Ηνωμένων Εθνών συστάθηκε το 1981, η Διερευνητική Επιτροπή Αγνοουμένων (ΔΕΑ).

Οι όροι εντολής της Επιτροπής, η οποία λειτουργεί υπό την αιγίδα και τη συμμετοχή των Ηνωμένων Εθνών, είναι η διερεύνηση και διακρίβωση της τύχης των αγνοουμένων της Κύπρου. Το Εργαστήριο Δικανικής Γενετικής του Ινστιτούτου Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου ασχολήθηκε με την ταυτοποίηση των οστών αγνοουμένων της Κυπριακής τραγωδίας με τη μέθοδο ταυτοποίησης με DNA. Σύμφωνα με ανακοίνωση της ΔΕΑ (30.04.2018), μέχρι σήμερα (2018) έχουν εκταφεί λείψανα που αντιστοιχούν σε περισσότερα από 1200 άτομα ενώ πάνω από 650 αγνοούμενοι έχουν ταυτοποιηθεί και τα λείψανά τους επιστράφηκαν στις οικογένειες για ταφή με τιμές ηρώων.

ΠΗΓΗ: ΔΕΑ- ΕΚΘΕΣΗ ΠΡΟΟΔΟΥ.

Το 2010 με ομόφωνο ψήφισμα της Βουλής των Αντιπροσώπων, **ορίστηκε η 29η Οκτωβρίου** κάθε έτους, ως ημέρα των αγνοουμένων της κυπριακής τραγωδίας.



Μια από τις πιο οδυνηρές επιπτώσεις της τουρκικής εισβολής στην Κύπρο, το καλοκαίρι του 1974, είναι το τραγικό ανθρωπιστικό πρόβλημα των αγνοουμένων προσώπων και των οικογενειών τους. Πριν αρκετά χρόνια, οι ειδικοί επιστήμονες του εργαστηρίου Δικανικής Γενετικής του Ινστιτούτου Νευρολογίας & Γενετικής Κύπρου στη Λευκωσία είχαν αναλάβει την ταυτοποίηση ανευρεθέντων λειψάνων με σκοπό την εξακρίβωση της τύχης των αγνοουμένων μας και την ενημέρωση των οικογενειών τους.

Ο κ. Αλέξης επισκέπτεται συχνά το Ινστιτούτο Νευρολογίας & Γενετικής Κύπρου και συνεργάζεται με τους ειδικούς επιστήμονες του εργαστηρίου Δικανικής Γενετικής σε μια προσπάθεια να βοηθήσει στην όλη διαδικασία για την εξακρίβωση της τύχης του αγνοούμενου αδελφού του, Ανδρέα.

Τις επόμενες βδομάδες, εσείς θα συνεργαστείτε με τους ειδικούς επιστήμονες του Ινστιτούτου Νευρολογίας & Γενετικής Κύπρου, αλλά και με τον κ. Αλέξη, ούτως ώστε να βοηθήσετε στην ταυτοποίηση λειψάνων που πιθανόν να οδηγήσουν στην ανεύρεση του αγνοούμενου μικρού Ανδρέα.



Αποστολή

Αποστολή σας είναι...

Να ταυτοποιήσετε γενετικό υλικό, που έχει απομονωθεί από λείψανα αγνοουμένων, ώστε να εξακριβώσετε κατά πόσο αυτό ανήκει στον αγνοούμενο Ανδρέα. Αυτό θα το επιτύχετε:

1. Διερευνώντας τη δομή και λειτουργία του γενετικού υλικού (DNA) των κυττάρων.
2. Ανακαλύπτοντας τον τρόπο με τον οποίο το DNA αυτοδιπλασιάζεται.
3. Εξερευνώντας τον τρόπο με τον οποίο η γενετική πληροφορία εκφράζεται ώστε να δημιουργηθούν οι πρωτεΐνες και τα κληρονομικά μας χαρακτηριστικά, και
4. Αξιοποιώντας τεχνικές Μοριακής Βιολογίας που σχετίζονται με το DNA.

1 Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1.1. Αναζητώντας τον αγνοούμενο Ανδρέα

20'



Βρίσκεστε στο εργαστήριο Δικανικής Γενετικής του Ινστιτούτου Νευρολογίας & Γενετικής Κύπρου μαζί με έναν από τους Βιολόγους - Γενετιστές που έχουν αναλάβει, να εξακριβώσουν την «ταυτότητα» των αγνοουμένων της τραγωδίας της Κύπρου και να λυτρώσουν τις οικογένειές τους από την ατέλειωτη αγωνία τους.



1.1.1. Να διαβάσετε τις βασικές πληροφορίες που θα σας δώσει ο Βιολόγος - Γενετιστής του Ινστιτούτου για τις διαδικασίες που ακολουθούνται για την αναζήτηση της ταυτότητας των αγνοουμένων στην Κύπρο και να απαντήσετε στις ερωτήσεις που σας δίνονται παρακάτω.

«...Για τον εντοπισμό πιθανών χώρων ταφής αγνοουμένων, συνήθως, χρησιμοποιούνται πληροφορίες που δίνονται από πρόσωπα που έζησαν τα τραγικά γεγονότα του θανάτου των προσώπων που αγνοούνται. Μετά από επεξεργασία των πληροφοριών αυτών, από τις αρμόδιες αρχές, τον χώρο ταφής επισκέπτονται αρχαιολόγοι. Οι αρχαιολόγοι αναλαμβάνουν την εκταφή στο χώρο που τους υποδείχθηκε. Σε περίπτωση που εντοπίσουν λείψανα, φωτογραφίζουν τη θέση που τα βρήκαν και στη συνέχεια τα μεταφέρουν στο Ανθρωπολογικό Εργαστήριο, όπου ειδικοί επιστήμονες, προσπαθούν να συναρμολογήσουν τα οστά σε σκελετικά σώματα, να καθορίσουν το φύλο και την ηλικία τους.



Ακολουθως, από κάθε σκελετικό σώμα αποστέλλεται ένα **σκελετικό δείγμα** (οστό ή δόντι) στο εργαστήριο Δικανικής Γενετικής, για τη γενετική του ταυτοποίηση. Παράλληλα, στο Ινστιτούτο οι ειδικοί επιστήμονες έχουν συλλέξει βιολογικά δείγματα από τους συγγενείς όλων των αγνοουμένων, δημιουργώντας μια μεγάλη τράπεζα γενετικού υλικού. Στο εργαστήριο, μετά από καθαρισμό του σκελετικού δείγματος, προχωρούμε σε **απομόνωση του γενετικού υλικού** που υπάρχει στο δείγμα. Ακολουθως, με μια εξειδικευμένη μέθοδο που ονομάζεται **μέθοδος αποτυπωμάτων DNA**, συνεχίζουμε με **ταυτοποίηση του γενετικού υλικού** του σκελετικού δείγματος, συγκρίνοντάς το με το γενετικό υλικό που απομονώθηκε από τα βιολογικά δείγματα των συγγενών των αγνοουμένων...»



1.1.1.1. Γιατί, κατά την άποψή σας, η προσπάθεια για εξακρίβωση της ταυτότητας των αγνοουμένων της Κύπρου γίνεται με τη χρήση τεχνικών που σχετίζονται με το DNA;



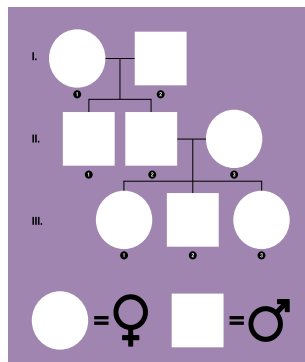
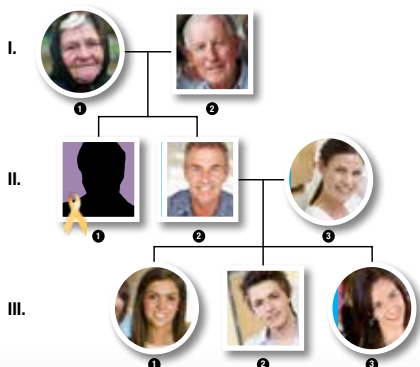
1.1.1.2. Σε ποιες άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται οι τεχνικές που σχετίζονται με το DNA για την εξακρίβωση ταυτότητας ατόμων;

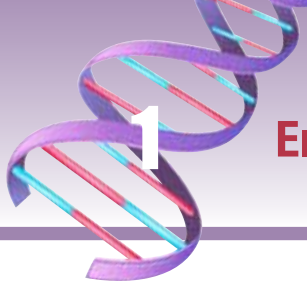


1.1.1.3. Το πρώτο πράγμα που κάνουν οι Γενετιστές για τη διερεύνηση της τύχης του κάθε αγνοούμενου, είναι η κατασκευή του οικογενειακού του δέντρου (γενεαλογικού δέντρου). Σε τι πιστεύετε ότι βοηθά τους Βιολόγους-Γενετιστές η κατασκευή γενεαλογικού δέντρου για κάθε αγνοούμενο;



1.1.1.4. Με βάση το γενεαλογικό δέντρο του αγνοούμενου Ανδρέα, από ποιους συγγενείς του πιστεύετε ότι οι Γενετιστές θα πρέπει να πάρουν βιολογικά δείγματα για την εξακρίβωση της ταυτότητάς του και γιατί;





Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1.2. Μελετώντας το γενετικό υλικό του αγνοούμενου Ανδρέα



Πριν προχωρήσετε στη μελέτη του γενετικού υλικού των συγγενών του αγνοούμενου Ανδρέα, και του σκελετικού δείγματος, θα πρέπει να μελετήσετε βασικές πληροφορίες που αφορούν στη δομή και λειτουργία του γενετικού υλικού στον άνθρωπο.



Στον πλανήτη μας υπάρχει τεράστια ποικιλία ειδών ζωντανών οργανισμών. Οι άνθρωποι παρόλο που ανήκουν στο ίδιο είδος, και έχουν μεταξύ τους πάρα πολλές ομοιότητες, εντούτοις ο καθένας είναι μοναδικός. Να παρακολουθήσετε την πολυμεσική παρουσίαση με τίτλο «Το γενετικό μας υλικό» και να απαντήσετε στις πιο κάτω ερωτήσεις.

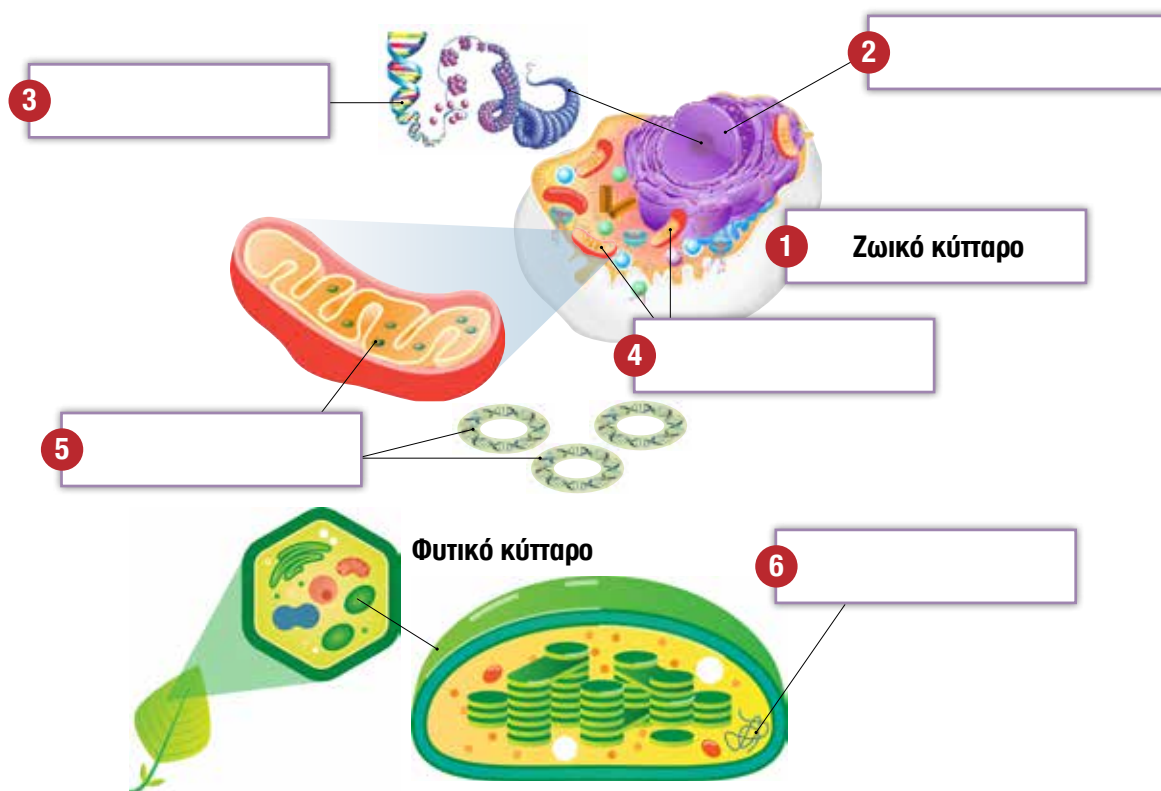


1.2.1. Τι είναι αυτό που καθορίζει τα κληρονομικά χαρακτηριστικά του κάθε ανθρώπου, αλλά και του κάθε ζωντανού οργανισμού γενικότερα, και τον κάνει μοναδικό;





1.2.2. Να συμπληρώσετε τις ενδείξεις στο πιο κάτω σχεδιάγραμμα και να γράψετε σε ποια μέρη ενός ζωικού κυττάρου, υπάρχει γενετικό υλικό.





Γνωρίζετε ότι...

- Το DNA σε όλους του οργανισμούς του ίδιου είδους παραμένει σταθερό (ποιοτικά και ποσοτικά) από γενιά σε γενιά και δεν μεταβάλλεται εύκολα.
- Όλα τα σωματικά κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού διαθέτουν ποιοτικά και ποσοτικά το ίδιο DNA.
- Οι γαμέτες (γεννητικά κύτταρα π.χ. ωάρια, σπερματοζωάρια) διαθέτουν τον μισό αριθμό μορίων DNA σε σχέση με τα σωματικά κύτταρα (όλα τα κύτταρα του σώματος εκτός τα γεννητικά κύτταρα π.χ. ηπατικά, νευρικά, επιθηλιακά κ.λπ.).
- Στους ζωικούς ευκαρυωτικούς οργανισμούς το γενετικό υλικό του κυττάρου εντοπίζεται, εκτός από τον πυρήνα (πυρηνικό DNA), και στα μιτοχόνδρια και ονομάζεται μιτοχονδριακό DNA.
- Στους φυτικούς οργανισμούς το γενετικό υλικό του κυττάρου εντοπίζεται, εκτός από τον πυρήνα (πυρηνικό DNA), και στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1.3. Δομή του DNA

40'



Η ανακάλυψη της δομής του DNA έχει συνδεθεί με το όνομα των επιστημόνων Τζέιμς Γουάτσον (James Watson, 1928 - σήμερα) και Φράνσις Κρικ (Francis Crick, 1928-2004). Οι επιστήμονες αυτοί έχουν τιμηθεί για τη συγκεκριμένη τους ανακάλυψη με το βραβείο Nobel, το 1962. Πίσω όμως από την ανακάλυψη των Γουάτσον και Κρικ υπάρχει μια σειρά από άλλες σημαντικές έρευνες, πάνω στις οποίες στηρίχθηκαν οι πιο πάνω επιστήμονες.



Να παρακολουθήσετε το βίντεο με τίτλο «Η ανακάλυψη του DNA» και να μελετήσετε το πιο κάτω ένθετο που αφορά στην ιστορία της διερεύνησης της δομής του DNA.

Πρωτοπόροι στη Βιολογία



Η ιστορία της έρευνας για την ανακάλυψη της δομής του DNA

Η ανακάλυψη ότι το DNA είναι ο φορέας της γενετικής πληροφορίας έγινε μετά από πολύχρονες και κοπιώδεις επιστημονικές έρευνες. Οι σημαντικότερες είναι οι ακόλουθες:

1869: Απομονώνεται DNA από τον πυρήνα του κυττάρου.

1903: Αποδεικνύεται ότι τα χρωματοσώματα είναι φορείς του γενετικού (κληρονομικού) υλικού.

1944: Αποδεικνύεται ότι το DNA, και όχι οι πρωτεΐνες, είναι το γενετικό υλικό. Για πρώτη φορά οι επιστήμονες συνδέουν το DNA με την κληρονομικότητα των ιδιαίτερων ανθρώπινων χαρακτηριστικών. Ανακαλύπτονται, δηλαδή, ότι το DNA είναι πληροφοριακό υλικό.

1947: Παρατηρείται ότι σε οποιοδήποτε δείγμα DNA, το ποσοστό των νουκλεοτιδίων που έχουν ως αζωτούχο βάση την αδερίνη είναι ίσο με το ποσοστό των νουκλεοτιδίων που έχουν ως αζωτούχο βάση την θυμίνη ($A = T$), ενώ το ποσοστό των νουκλεοτιδίων που έχουν ως αζωτούχο βάση την γουανίνη είναι ίσο με το ποσοστό των νουκλεοτιδίων που έχουν ως αζωτούχο βάση την κυτοσίνη ($G = C$).

1953: Με τη χρήση κρυσταλλογραφίας ακτίνων X, οι επιστήμονες Μορίς Γουίλκινς (Maurice Wilkins) και Ρόζαλιντ Φράνκλιν (Rosalind Franklin), αποδεικνύουν ότι το DNA στον χώρο έχει τη δομή δεξιόστροφης διπλής έλικας.

1953: Διατύπωση του μοντέλου της τρισδιάστατης δομής της διπλής έλικας του DNA από τους Τζέιμς Γουάτσον και Φράνσις Κρικ. Τα αποτελέσματα των εργασιών των Γουάτσον και Κρικ για το DNA ανακοινώθηκαν στις 25 Απριλίου 1953, στο περιοδικό "Nature".

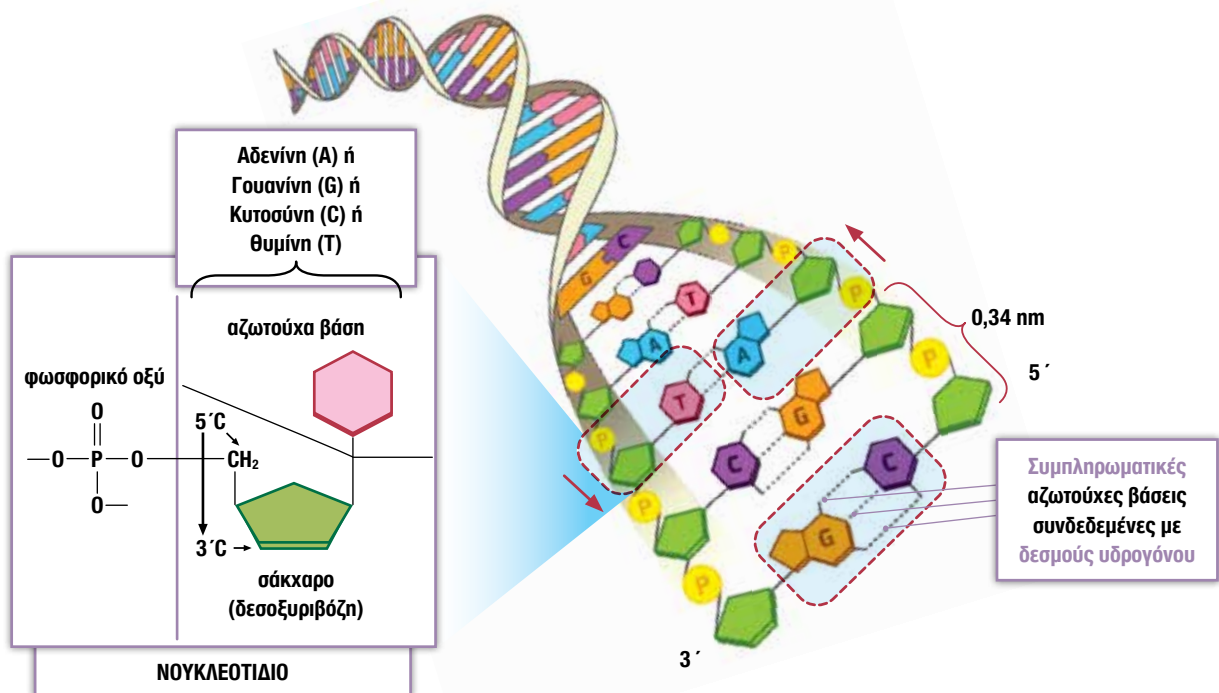
1962: Για τη συνεισφορά τους, στη μελέτη της δομής του DNA, οι Γουάτσον και Κρικ μοιράστηκαν το 1962, μαζί με τον Γουίλκινς, το Βραβείο Νόμπελ.



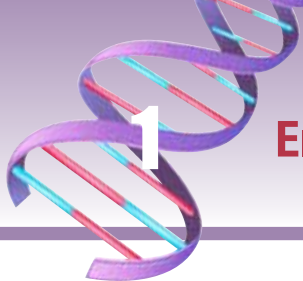
Το DNA (δεσοξυριβοζο - νουκλεϊνικό οξύ) είναι το ένα από τα δύο είδη νουκλεϊνικών οξέων του κυττάρου και αποτελεί το γενετικό υλικό στο οποίο είναι γραμμένη, και αποθηκευμένη, όλη η πληροφορία που αφορά τη δομή και τη λειτουργία τόσο του κυττάρου όσο και του οργανισμού. Να παρακολουθήσετε τα βίντεο με τίτλο «Η Δομή του DNA» και «Η διπλή έλικα» και στη συνέχεια να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.



1.3.1. Το πιο κάτω σχεδιάγραμμα αντιπροσωπεύει τη δομή του μορίου του DNA και ενός δεσοξυριβοζο - νουκλεοτιδίου που αποτελεί την υπομονάδα βάσει της οποίας κτίζεται το μόριο του DNA. Να μελετήσετε το σχεδιάγραμμα και να συμπληρώσετε τις πιο κάτω προτάσεις:



- (α) Σύμφωνα με το μοντέλο του DNA που πρότειναν οι Γουάτσον και Κρικ, το μόριο του DNA αποτελείται από δύο αντιπαράλληλες (\rightleftarrows) αλυσίδες που στρέφονται η μια γύρω από την άλλη σχηματίζοντας μια _____ έλικα.
- (β) Κάθε αλυσίδα είναι φτιαγμένη από ενωμένες επαναλαμβανόμενες υπομονάδες που ονομάζονται _____. Κάθε υπομονάδα, στις δύο αλυσίδες του DNA, αποτελείται από τρία συστατικά μέρη: Ένα _____ (δεσοξυριβόζη), ένα _____ οξύ, και μια _____ (_____ ή _____ ή _____ ή _____).
- (γ) Επομένως κάθε νουκλεοτίδιο, στο μόριο του DNA, διαφέρει ως προς ένα άλλο μόνο ως προς την _____ .
- (δ) Το πρώτο γράμμα στη συντομογραφία DNA (δεσοξυριβοζο - νουκλεϊνικό οξύ) προέρχεται από το αρχικό γράμμα **δ** της λέξης _____ .



1 Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό

- (ε) Οι δύο αλυσίδες συγκρατούνται μεταξύ τους με χημικούς δεσμούς _____ που σχηματίζονται μεταξύ των απέναντι _____ βάσεων. Στο μόριο του DNA η Αδενίνη (A) ζευγαρώνει πάντα με _____ (και αντίστροφα) και η Γουανίνη (G) ζευγαρώνει πάντα με _____ (και αντίστροφα).
- (στ) Γι' αυτό και οι αζωτούχες βάσεις, μεταξύ των οποίων σχηματίζονται δεσμοί υδρογόνου, όπως και οι δύο αλυσίδες του DNA, ονομάζονται _____. Η ιδιότητα αυτή των αζωτούχων βάσεων να ζευγαρώνουν μεταξύ τους με συγκεκριμένο τρόπο, στο μόριο του DNA ονομάζεται **κανόνας της συμπληρωματικότητας**.
- (ζ) Επομένως, η συγκεκριμένη _____ (αλληλουχία) των _____ βάσεων στη μια αλυσίδα του DNA καθορίζει τη _____ των αζωτούχων _____ στη συμπληρωματική της.
- (η) Η **πληροφορία** που δίνει αυτό το **βιβλίο** δημιουργείται βάζοντας σε **συγκεκριμένη σειρά εικοσιτέσσερα διαφορετικά στοιχεία** (γράμματα) του ελληνικού αλφαβήτου! Κατά παρόμοιο τρόπο, η **πληροφορία** στον **Η/Υ** σας δημιουργείται βάζοντας σε **συγκεκριμένη σειρά δύο διαφορετικά στοιχεία** (0 και 1)!
Να διατυπώσετε μια υπόθεση για το πώς δημιουργείται η **γενετική πληροφορία** για το κύτταρο, **σε μια αλυσίδα του DNA**, κατά τρόπο ανάλογο με αυτόν που αποτυπώνεται η πληροφορία στο χαρτί ή στον Η/Υ.



Η υπόθεση ότι η διπλή έλικα του DNA είναι κατασκευασμένη από μια σειρά απλούστερων επαναλαμβανόμενων μονάδων, των νουκλεοτιδίων, επέτρεψε στους επιστήμονες την εξαγωγή του συμπεράσματος ότι η αλληλουχία των νουκλεοτιδίων, και επομένως των αζωτούχων βάσεων, στην αλυσίδα του DNA αποτελεί την απαραίτητη γενετική πληροφορία βάσει της οποίας θα αναπτυχθεί και θα λειτουργήσει κάθε κύτταρο και επομένως κάθε ζωντανός οργανισμός.



Η υπόθεση για τη συμπληρωματικότητα των βάσεων ώθησε τους Γουάτσον και Κρικ να γράψουν σε εργασία τους για τη δομή του γενετικού υλικού των κυττάρων «... είναι φανερό ότι το ειδικό ζευγάρι που έχουμε **υποθέσει** ότι δημιουργείται μεταξύ των βάσεων του DNA προτείνει έναν απλό μηχανισμό αντιγραφής του γενετικού υλικού ...»

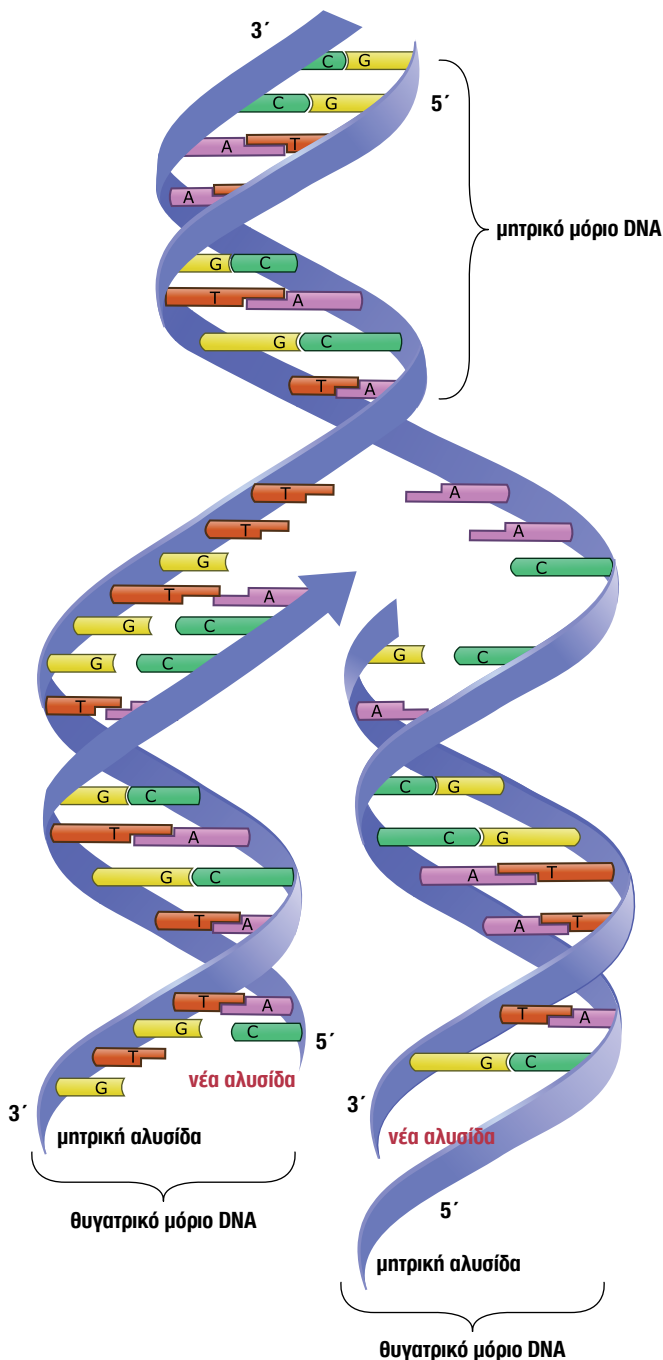
Συγκεκριμένα, οι Γουάτσον και Κρικ υπέθεσαν ότι οι δύο μπτρικές αλυσίδες του DNA χωρίζουν και κάθε μια χρησιμεύει σαν καλούπι για τη δημιουργία συμπληρωματικής αλυσίδας. Κάθε συμπληρωματική αλυσίδα φτιάχνεται με ένωση ελεύθερων νουκλεοτιδίων που επιλέγονται με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **αντιγραφή ή αυτοδιπλασιασμός του DNA**. Η διαδικασία αυτή συμβαίνει πριν το κύτταρο διαιρεθεί. Να παρακολουθήσετε το βίντεο με τίτλο «Αντιγραφή του DNA», να μελετήσετε το πιο κάτω σχήμα και να απαντήσετε στα ερωτήματα που ακολουθούν.



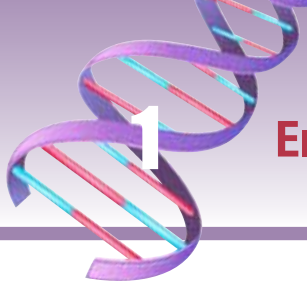
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1.4. Αντιγραφή του DNA



1.4.1. Να τοποθετήσετε σε σειρά τα διάφορα βήματα 1-5 στον πίνακα που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα, που αφορούν την αντιγραφή του DNA (στήλη Α), ώστε να περιγράφεται σωστά η διαδικασία του αυτοδιπλασιασμού του DNA (στήλη Β). Η διαδικασία γίνεται με τη βοήθεια ενζύμων.



A/A	ΣΤΗΛΗ Α Βήματα Αντιγραφής DNA	ΣΤΗΛΗ Β Σειρά Βημάτων
1.	Ανοίγει η διπλή έλικα, απομακρύνονται μεταξύ τους οι δύο αλυσίδες του DNA και παραμένουν αζευγάρωτες.	
2.	Τα ελεύθερα νουκλεοτίδια, που μπαίνουν σε σειρά, απέναντι από κάθε μητρική, ενώνονται μεταξύ τους σε αλυσίδα που μεγαλώνει αντιπαράλληλα προς τη μητρική με κατεύθυνση 5' → 3'.	
3.	Δημιουργούνται, από ένα DNA, δύο νέα θυγατρικά μόρια DNA, που το καθένα αποτελείται από μια παλιά μητρική και μια νέα αλυσίδα.	
4.	Κάθε μητρική αλυσίδα λειτουργεί ως καλούπι όπου τα ενωμένα νουκλεοτίδιά της ζευγαρώνουν με τα ελεύθερα νουκλεοτίδια του πυρήνα, με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας, δημιουργώντας δεσμούς υδρογόνου.	
5.	Σπάνε οι χημικοί δεσμοί υδρογόνου που συγκρατούν τις συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις των δύο αλυσίδων του DNA.	



1

Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό



1.4.2. Τρία (3) είδη μορίων που είναι απαραίτητα για να γίνει η αντιγραφή του DNA είναι: DNA, νουκλεοτίδια και ένζυμα. Μπορείτε να εξηγήσετε που χρησιμεύει το καθένα;

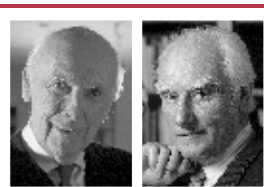


1.4.3. Να εξηγήσετε γιατί η αντιγραφή του DNA προηγείται της κυτταρικής διαίρεσης.





1.4.4. «Το DNA είναι η μόνη χημική ένωση που έχει την ιδιότητα να αυτοδιπλασιάζεται. Αυτή η ιδιότητα του DNA επιτρέπει τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας αναλλοίωτης από τη μια γενιά στην άλλη.....». Να εξηγήσετε γιατί οι επιστήμονες χρησιμοποιούν δείγμα DNA, από τους συγγενείς των αγνοουμένων, για την ταυτοποίηση των σκελετικών δειγμάτων.

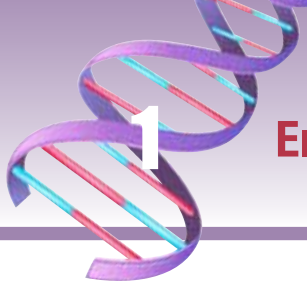


Γνωρίζετε ότι...

- Ο πυρήνας κάθε σωματικού μας κυττάρου διαθέτει 46 γραμμικά μόρια DNA με συνολικά 6×10^9 ζεύγη βάσεων (δηλ. 12,000,000,000 ενωμένα νουκλεοτίδια).
- Αν κάθε νουκλεοτίδιο στο DNA σας συμβολιζόταν με ένα γράμμα A, G, C ή T, τότε για να γραφτεί όλη η πληροφορία θα χρειαζόνταν περίπου 1000 τόμοι βιβλίων μεγέθους εγκυκλοπαίδειας.
- Στα μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες (μόνο φυτικά κύτταρα), όπως και στα βακτήρια, υπάρχουν κυκλικά DNA.
- Για την αντιγραφή του DNA είναι απαραίτητη η συμμετοχή παρά πολλών πρωτεϊνών - ενζύμων.
- Η ταχύτητα σύνδεσης των ελεύθερων νουκλεοτιδίων σε θυγατρική αλυσίδα είναι γύρω στα 800 νουκλεοτίδια ανά δευτερόλεπτο.
- Η αντιγραφή ξεκινά ταυτόχρονα σε πολλά σημεία του DNA.
- Όλο το DNA αντιγράφεται μέσα σε λίγες ώρες, πριν το κύτταρο διαιρεθεί.
- Η πιθανότητα να συνδεθεί λάθος νουκλεοτίδιο στη θυγατρική αλυσίδα που δημιουργείται (αντίθετα προς τον κανόνα συμπληρωματικότητας) είναι γύρω στο 1 λάθος κάθε 10,000,000,000 ελεύθερα νουκλεοτίδια που συνδέονται. Δηλ. μπορεί να γίνει το πολύ 1 λάθος ανά κυτταρική διαίρεση.
- Επομένως η αντιγραφή του DNA είναι μια διαδικασία πολύπλοκη, ταχύτατη και ακριβής.



Ανακοίνωση Αποτελεσμάτων



Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό

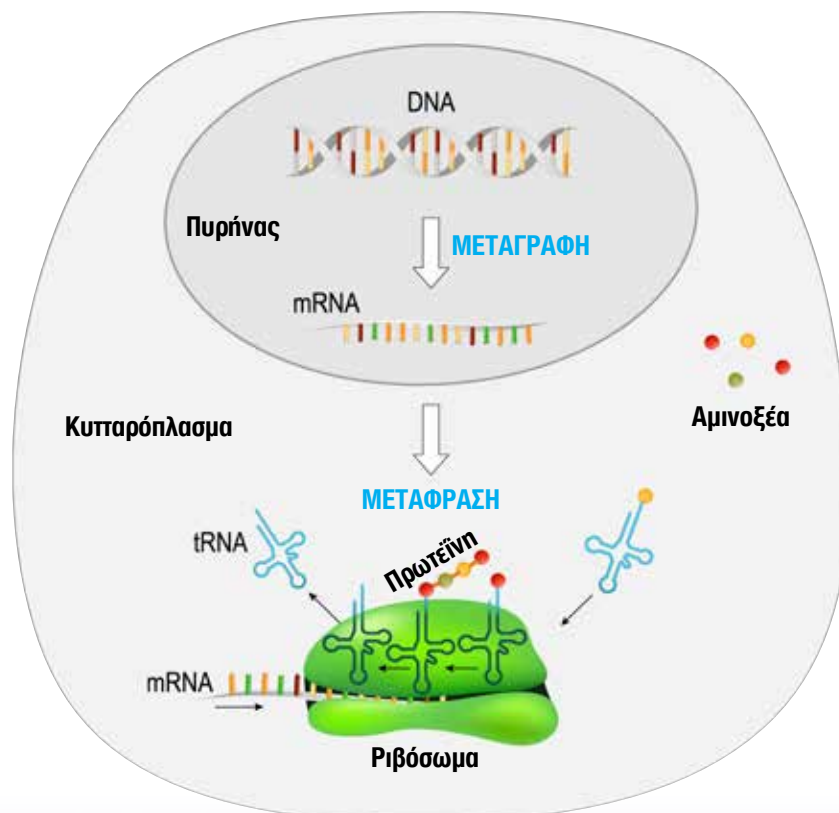
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1.5. Κεντρικό Δόγμα της Μοριακής Βιολογίας - Ροή της γενετικής πληροφορίας και δόμηση του σώματος του αγνοούμενου Ανδρέα



1.5.1. Η Σοφία διερωτάται:

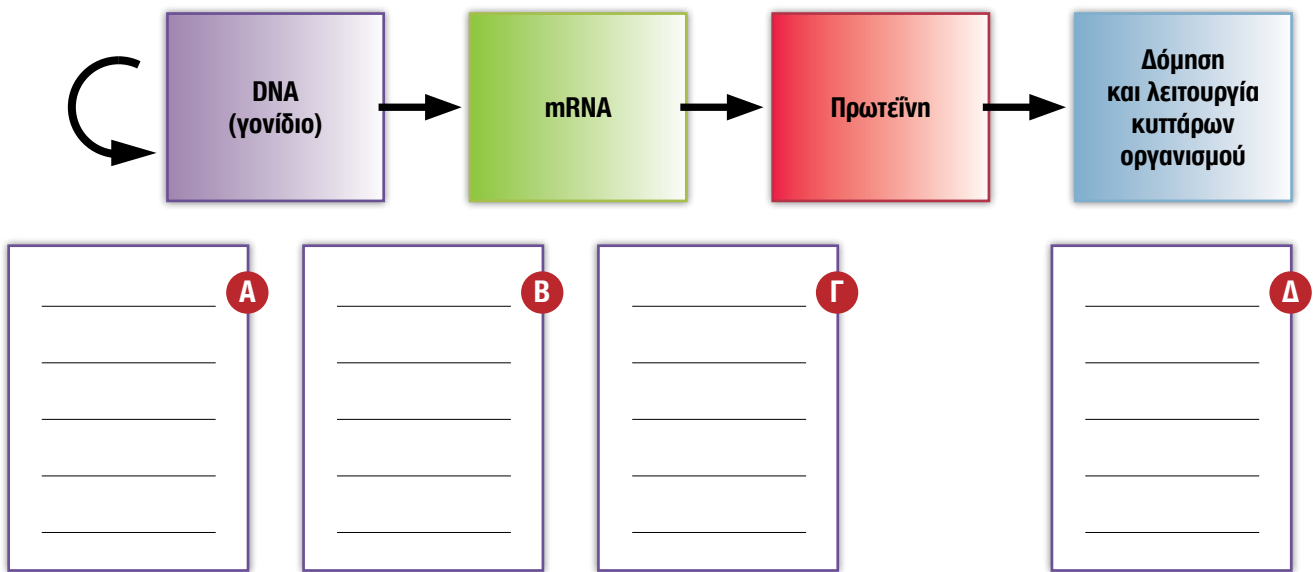
«Εφόσον όλα τα σωματικά μας κύτταρα έχουν το ίδιο γενετικό υλικό (DNA) με το ζυγωτό (το πρώτο κύτταρο του νέου οργανισμού), από το οποίο αυτά προήλθαν με συνεχόμενες κυτταρικές διαιρέσεις, πώς εξηγείται το γεγονός ότι έχουμε στο σώμα μας πάνω από 200 διαφορετικούς τύπους σωματικών κυττάρων που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη δομή και τη λειτουργία; Τελικά πώς από ένα ζυγωτό δομήθηκε το σώμα του αγνοούμενου θείου μου Ανδρέα με τόσα διαφορετικά όργανα με διαφορετική δομή και λειτουργία το καθένα;»

Για να απαντήσετε στον προβληματισμό της Σοφίας πρέπει να γνωρίζετε ότι κατά τη διάρκεια της ζωής ενός κυττάρου, η γενετική πληροφορία που βρίσκεται κωδικοποιημένη σε τμήματα του DNA (γονίδια) **αντιγράφεται** (αυτοδιπλασιασμός του DNA) και ακολούθως **μεταγράφεται** σε ένα είδος νουκλεϊνικού οξέος, το mRNA, το οποίο **μεταφράζεται** στα ριβοσώματα σε αντίστοιχες πρωτεΐνες. Στη συνέχεια κάποιες από αυτές τις πρωτεΐνες θα δομήσουν τα διάφορα οργανίδια του κυττάρου, δίνοντας του την τελική του μορφή, ενώ κάποιες άλλες θα εκτελούν διάφορες εργασίες μέσα και έξω από το κύτταρο (δρώντας ως ένζυμα, ορμόνες κ.ά.) δίνοντάς του συγκεκριμένη λειτουργία. Αυτή η **ροή της γενετικής πληροφορίας** από το DNA στο mRNA, την πρωτεΐνη και τελικά στη δομή και λειτουργία του κυττάρου αποτελεί και το **Κεντρικό Δόγμα της Μοριακής Βιολογίας**.

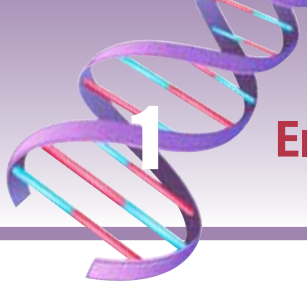


(α) Να συμπληρώσετε στο πιο κάτω σχεδιάγραμμα, που περιγράφει τη ροή της γενετικής πληροφορίας, τα κενά στις ενδείξεις Α-Δ χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες βιολογικές έννοιες που σας δίνονται με τυχαία σειρά:

- (i) μετάφραση των mRNAs σε αντίστοιχες πρωτεΐνες,
- (ii) αντιγραφή του DNA,
- (iii) κληρονομικά χαρακτηριστικά του οργανισμού,
- (iv) μεταγραφή γονιδίων του DNA σε mRNAs.



(β) Αντιστρέφοντας τα βέλη στο σχεδιάγραμμα, που περιγράφει τη ροή της γενετικής πληροφορίας, να εξηγήσετε τι υποστηρίζει το Κεντρικό Δόγμα της Μοριακής Βιολογίας όσον αφορά την προέλευση όλων των κληρονομικών χαρακτηριστικών που είχε ο μικρός αγνοούμενος Ανδρέας (από τα χαρακτηριστικά του είδους μέχρι και τα ιδιαίτερα του ατομικά χαρακτηριστικά π.χ. ύψος, σχήμα ματιών, χρώμα μαλλιών κ.ά.).



1

Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό

- (γ) Με τη βοήθεια του σχεδιαγράμματος, που περιγράφει τη ροή της γενετικής πληροφορίας, να εξηγήσετε πώς δικαιολογείται το γεγονός ότι το σώμα μας, όπως και του αγνοούμενου Ανδρέα, αποτελείται από 80 περίπου όργανα που δομούνται με πάνω από 200 διαφορετικούς τύπους σωματικών κυττάρων που διαφέρουν μεταξύ τους στη δομή και τη λειτουργία;



Γνωρίζετε ότι...

- Η διαδικασία παραγωγής μιας πρωτεΐνης στο κύτταρο θυμίζει τον τρόπο με τον οποίο δουλεύει σήμερα ένα υπερέγχρονο πλήρως αυτοματοποιημένο εργοστάσιο με ενδιάμεσους σταθμούς παραγωγής και σημεία ελέγχου ποιότητας που διασφαλίζουν την συνεχή παραγωγή ενός τελικού προϊόντος υψηλής ποιότητας.
- Αρχικά με τη βοήθεια ειδικών πρωτεϊνών-ενζύμων αναγνωρίζονται και μεταγράφονται συγκεκριμένα γονίδια στο DNA.
- Όλα τα σωματικά κύτταρα του οργανισμού μας, επειδή προέρχονται από το ζυγωτό με συνεχόμενες κυτταρικές διαιρέσεις, διαθέτουν φυσιολογικά το ίδιο DNA και επομένως τα ίδια γονίδια.
- Ωστόσο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης σε διαφορετικές ομάδες κυττάρων εκφράζεται (μεταγράφεται και μεταφράζεται) διαφορετικό είδος και αριθμός γονιδίων, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται διαφορετικές ομάδες πρωτεϊνών (με διαφορετικές δομικές και λειτουργικές ιδιότητες) που δημιουργούν έτσι στον οργανισμό μας πάνω από 200 διαφορετικούς τύπους σωματικών κυττάρων που διαφέρουν μεταξύ τους δομικά και λειτουργικά.



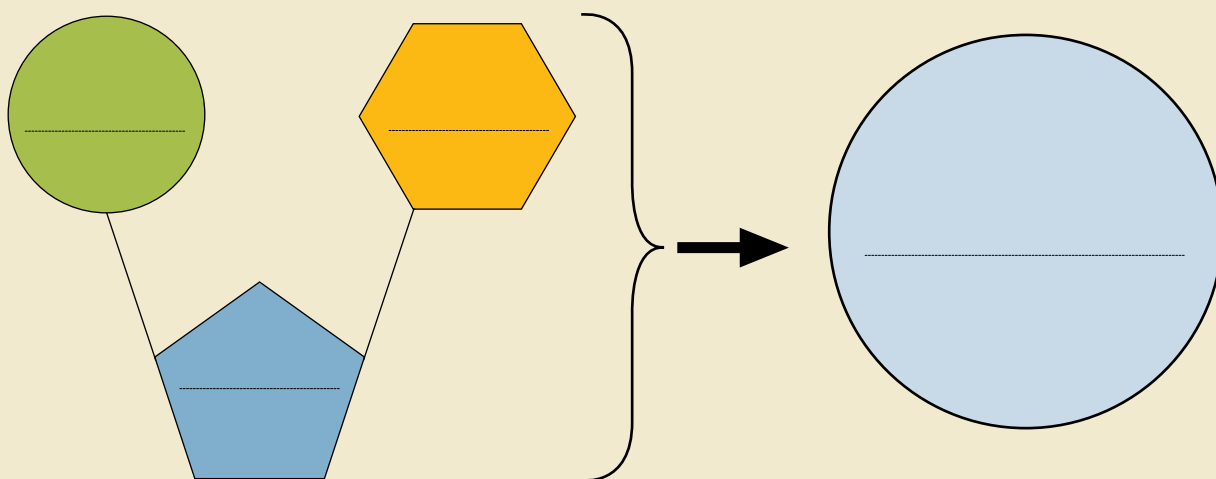
Ανακοίνωση Αποτελεσμάτων



Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα!



1. Να συμπληρώσετε κατάλληλα τα κενά στο πιο κάτω σχεδιάγραμμα, έτσι ώστε να απεικονίζεται η δομή ενός νουκλεοτιδίου, χρησιμοποιώντας τις πιο κάτω έννοιες που δίνονται αλφαβητικά: **αζωτούχα βάση, νουκλεοτίδιο, σάκχαρο, φωσφορική ομάδα.**



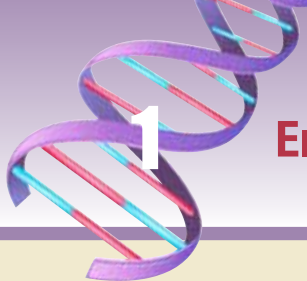
2. Πώς ονομάζεται το σάκχαρο σε ένα νουκλεοτίδιο του DNA;



3. Πόσα είδη νουκλεοτιδίων υπάρχουν στο μόριο του DNA. Να εξηγήσετε γιατί;



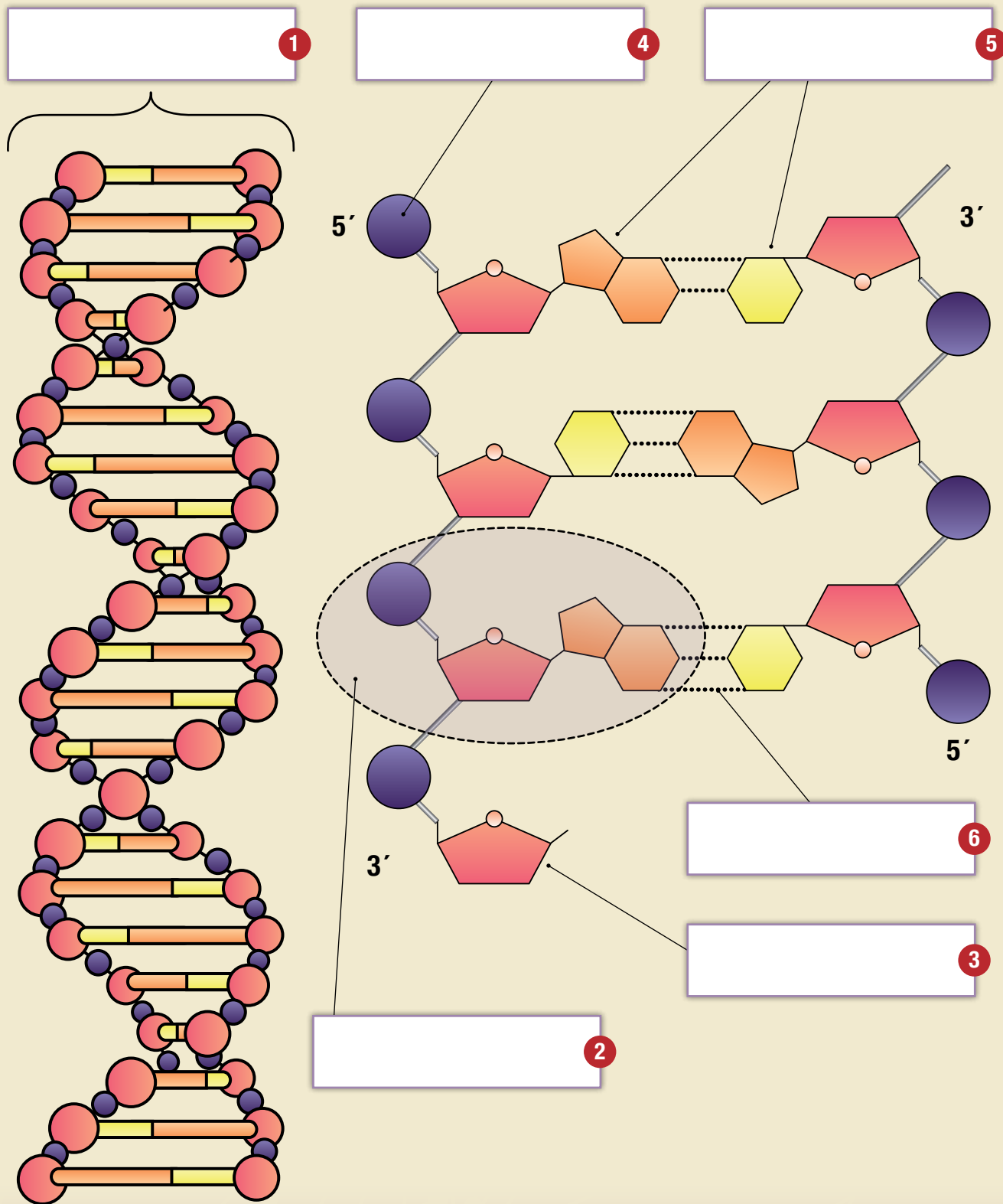
4. Η Σοφία, κόρη του κ. Αλέξη, που είναι στην Γ΄ τάξη του Γυμνασίου, ισχυρίζεται πως αν γνωρίζουμε το ποσοστό μιας αζωτούχας βάσης σε ένα DNA (π.χ. A = 10%) τότε μπορούμε να υπολογίσουμε τα ποσοστά και των υπολοίπων αζωτούχων βάσεων σ' αυτό το DNA. Συμφωνείται μαζί της ή όχι; Να δικαιολογήσετε την άποψή σας με βάση τα επιστημονικά δεδομένα από τη δομή του DNA.



Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό



5. (α) Να μελετήσετε την πιο κάτω εικόνα και να συμπληρώσετε τις ενδείξεις που σας δίνονται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες έννοιες που δίνονται με αλφαβητική σειρά: **αζωτούχες βάσεις, δεσοξυριβόζη, διπλή έλικα DNA, νουκλεοτίδιο, φωσφορικό οξύ, χημικοί δεσμοί υδρογόνου.**





(β) Να εξηγήσετε, μελετώντας το πιο πάνω σχήμα, πού οφείλεται η σταθερότητα που παρουσιάζει το μόριο της διπλής έλικας του DNA.



6. Να βάλετε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση στις πιο κάτω προτάσεις.

- I. Η γενετική πληροφορία στα κύτταρα των οργανισμών βρίσκεται αποθηκευμένη:
 - (α) στις πρωτεΐνες
 - (β) στο DNA
 - (γ) στο RNA
 - (δ) στα νουκλεοτίδια.

- II. Στη δομή ενός νουκλεοτιδίου δεν περιλαμβάνεται:
 - (α) αμινοξύ
 - (β) αζωτούχα βάση
 - (γ) σάκχαρο
 - (δ) φωσφορική ομάδα.

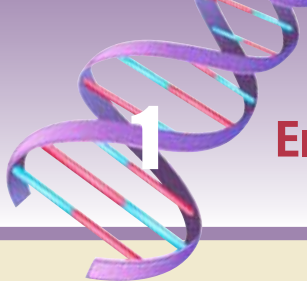
- III. Κάθε νουκλεοτίδιο σε μόριο DNA:
 - (α) έχει είτε αδενίνη, είτε γουανίνη, είτε κυτοσίνη, είτε θυμίνη
 - (β) έχει δεσοξυριβόζη
 - (γ) συνδέεται με χημικούς δεσμούς με άλλα νουκλεοτίδια του μορίου
 - (δ) ισχύουν όλα τα προηγούμενα.

- IV. Η αντιγραφή του DNA:
 - (α) έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία δύο μορίων DNA διαφορετικών από το αρχικό
 - (β) έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία δύο μορίων DNA πανομοιότυπων με το αρχικό
 - (γ) απαιτεί την ένωση νουκλεοτιδίων στο κυτταρόπλασμα
 - (δ) γίνεται κατά τη διάρκεια της μίτωσης.



7. Να γράψετε την αλληλουχία των αζωτούχων βάσεων της συμπληρωματικής αλυσίδας ενός τμήματος του DNA που αποτελείται από την παρακάτω αλληλουχία αζωτούχων βάσεων, σχεδιάζοντας και τους δεσμούς υδρογόνου που συνδέουν τις αζωτούχες βάσεις στις δύο αντιπαράλληλες αλυσίδες του μορίου:

5' A T T T G G G C A A C C C 3'
 3' — — — — — — — — — — — — — — — — 5'

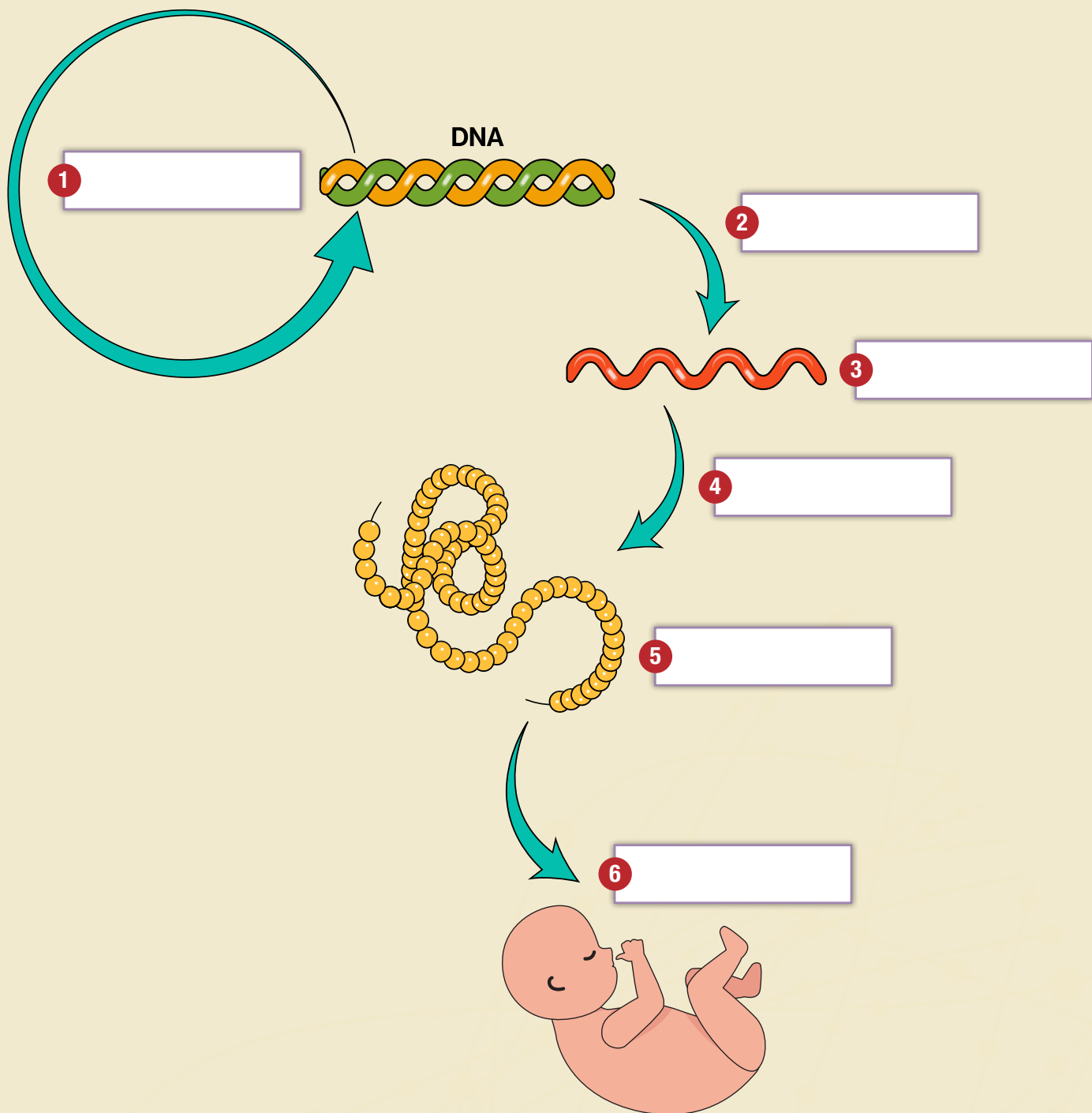


1

Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό



8. Να μελετήσετε την πιο κάτω εικόνα και να συμπληρώσετε τις ενδείξεις που σας δίνονται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες έννοιες: **mRNA**, **αντιγραφή**, **μεταγραφή**, **μετάφραση**, **οργανισμός**, **πρωτεΐνη**.



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1.6. Από τον πυρήνα στα χρωματοσώματα

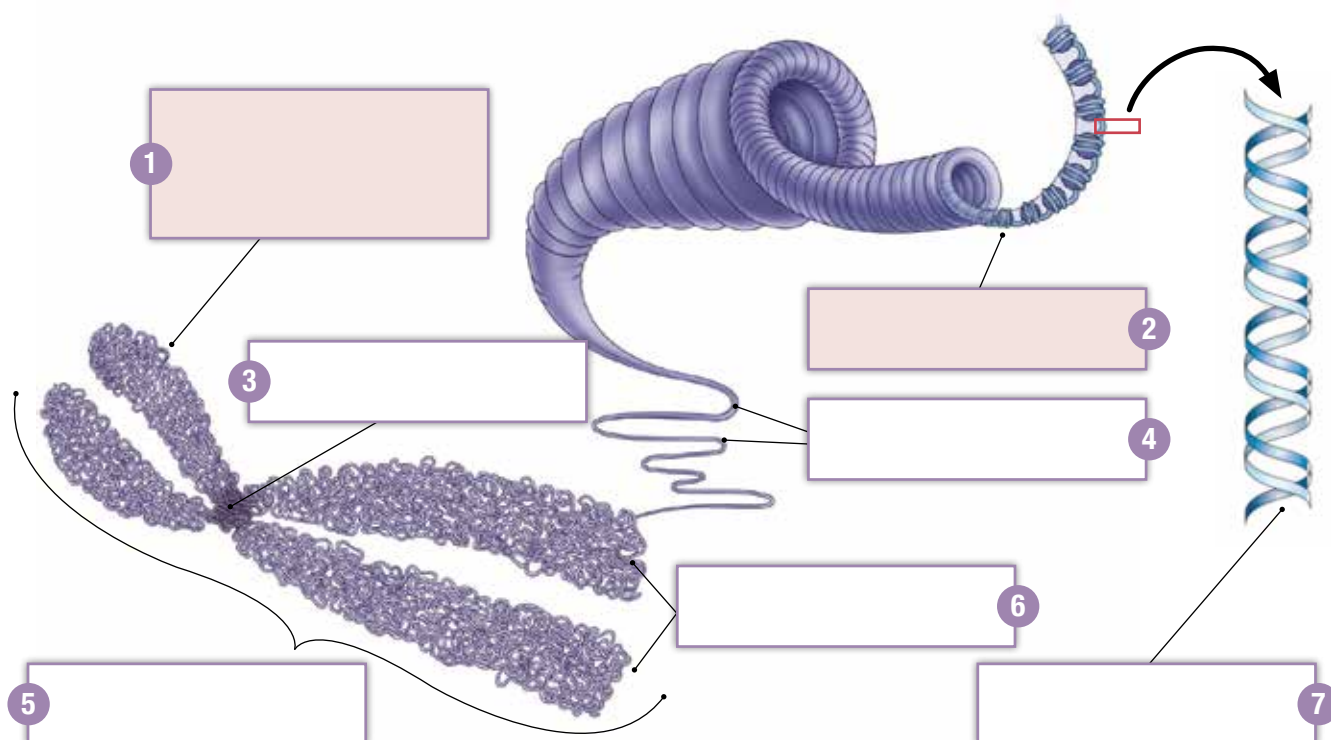
80'
4

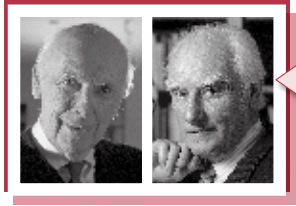


1.6.1. Το συνολικό μήκος όλων των μορίων του DNA που υπάρχει στον πυρήνα ενός ανθρώπινου κυττάρου υπολογίζεται γύρω στα 2m, δηλαδή όσο το ύψος του καλύτερου μπάσκετμπολίστα όλων των εποχών, του Michael Jordan! Πώς λοιπόν, φαντάζεστε, θα μπορούσε DNA με συνολικό μήκος 2 m να χωρέσει σε ένα πυρήνα που έχει διάμετρο μόλις δέκα εκατομμυριοστά του μέτρου (10 μm), δηλ. είναι 200.000 φορές μικρότερος;



1.6.2. Να παρακολουθήσετε το βίντεο «**Η συσπείρωση του DNA**» και να συμπληρώσετε τις ενδείξεις 1-7 στο πιο κάτω σχεδιάγραμμα, με τις ακόλουθες έννοιες που δίνονται: **αδελφές χρωματίδες, χρωματόσωμα, κεντρομερίδιο, DNA και πρωτεΐνες, μόριο DNA, νημάτιο χρωματίνης, χρωματίδα.**



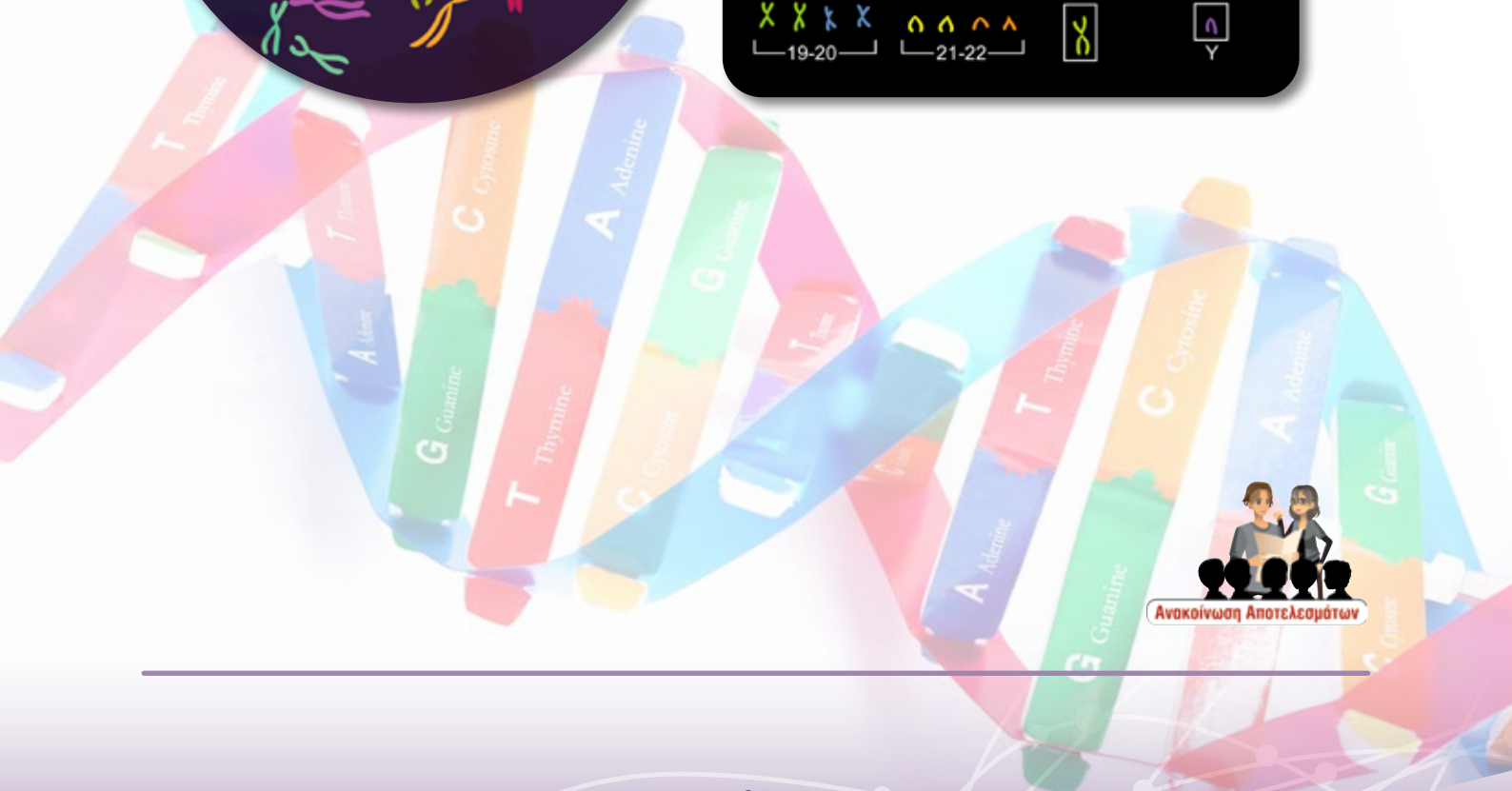
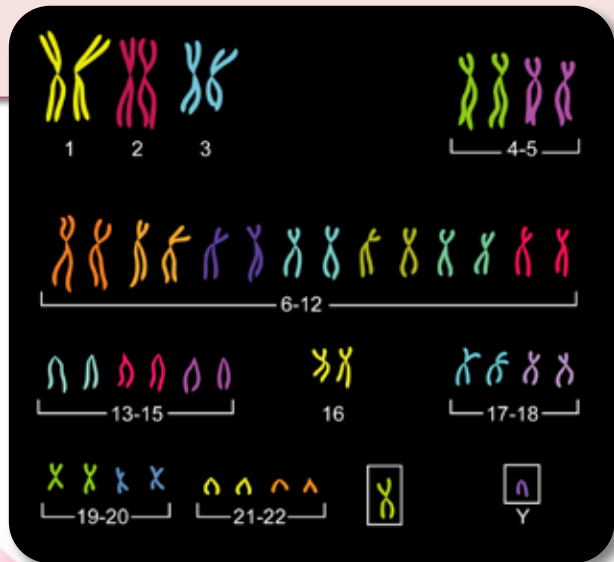


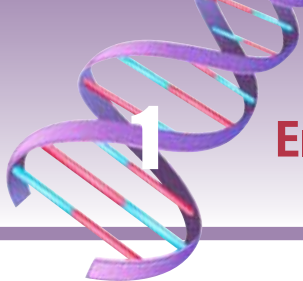
Γνωρίζετε ότι...

Τα χρωματοσώματα είναι δομές από DNA και πρωτεΐνες, ορατές στο οπτικό μικροσκόπιο, που εμφανίζονται στο ευκαρυωτικό κύτταρο κατά τη διαδικασία της διαίρεσής του. Το DNA των χρωματοσωμάτων περιέχει τις γενετικές (κληρονομικές) πληροφορίες για το συγκεκριμένο κύτταρο αλλά και για ολόκληρο τον οργανισμό.

Κάθε χρωματόσωμα αποτελείται από δύο (2) αδελφές χρωματίδες, οι οποίες είναι ενωμένες με το κεντρομερίδιο. Κάθε χρωματίδα με τη σειρά της αποτελείται από ένα πολύ συσπειρωμένο νημάτιο χρωματίνης. Κάθε νημάτιο χρωματίνης αποτελείται κυρίως από ένα μόριο DNA και πρωτεΐνες, που βοηθούν τελικά στη συσπείρωση του DNA σε νημάτιο χρωματίνης.

Για τη μελέτη των χρωματοσωμάτων, οι επιστήμονες βάφουν με ειδικές φθορίζουσες χρωστικές τα χρωματοσώματα του πυρήνα ενός κυττάρου και ακολουθώντας τα ταξινομούν κατά μειούμενο μέγεθος, δημιουργώντας τον **καρυότυπο**.





Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό



80'



1.6.5. Να μελετήσετε τον πιο κάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει τους καρυότυπους πέντε (5) διαφορετικών οργανισμών. Να καταλήξετε σε τέσσερα (4) συμπεράσματα σχετικά με τα χρωμοσώματα σε δύο διαφορετικούς τύπους κυττάρων των πιο κάτω οργανισμών, όπως αναλύθηκαν στο Τμήμα Κυτταρογενετικής και Γονιδιώματος του ΙΝΓΚ.

Οργανισμός	Καρυότυπος	1 Αριθμός χρωμοσωμάτων στα σωματικά κύτταρα	2 Αριθμός ζευγών χρωμοσωμάτων στα σωματικά κύτταρα	3 Αριθμός χρωμοσωμάτων στα γεννητικά κύτταρα	4 Αριθμός ζευγών χρωμοσωμάτων στα γεννητικά κύτταρα
 καραβίδα		120	60	60	0
 άλογο		64	32	32	0
 Αλέξης		46	23	23	0
 αραβόσπος		20	10	10	0
 μπιζέλι		14	7	7	0



Συμπεράσματα με βάση τον καρυότυπο του κάθε οργανισμού και:

1. τη Στήλη 1:

2. τη Στήλη 2:

3. τις Στήλες 1 και 3:

4. τη Στήλη 4:



1.6.6. Εάν στα γεννητικά κύτταρα, ο αριθμός των ζευγών χρωματοσωμάτων είναι 0 (Στήλη 4), ποια από τα χρωματοσώματα του καρυότυπου ενός σωματικού κυττάρου περιλαμβάνονται στα γεννητικά κύτταρα του ίδιου οργανισμού (Στήλη 3);

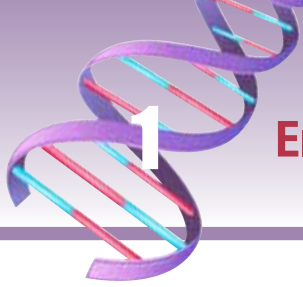


Γνωρίζετε ότι...

Στους περισσότερους ευκαρυωτικούς οργανισμούς τα χρωματοσώματα στα σωματικά τους κύτταρα παρουσιάζονται ανά δύο όμοια ως προς το μέγεθος, τη μορφή και τον τύπο των γενετικών πληροφοριών που περιέχουν και ονομάζονται **ομόλογα χρωματοσώματα**. Για παράδειγμα ο άνθρωπος έχει **23 ζεύγη ομόλογων χρωματοσωμάτων**.

Τα κύτταρα που διαθέτουν ζεύγη ομόλογων χρωματοσωμάτων ονομάζονται **διπλοειδή κύτταρα (2n)**. Τα διπλοειδή κύτταρα αποτελούν τα σωματικά κύτταρα κάθε διπλοειδούς οργανισμού. Στους διπλοειδείς οργανισμούς, σε κάποια φάση του κύκλου ζωής τους, δημιουργούνται γεννητικά κύτταρα που είναι **απλοειδή (n)**, δηλαδή διαθέτουν ένα αριθμό μη ομόλογων (ανόμοιων μεταξύ τους) χρωματοσωμάτων που είναι ο μισός αριθμός από αυτό που συναντούμε στα σωματικά τους κύτταρα.

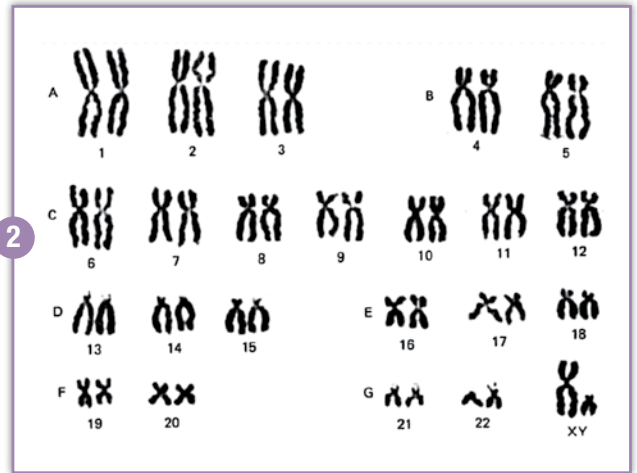
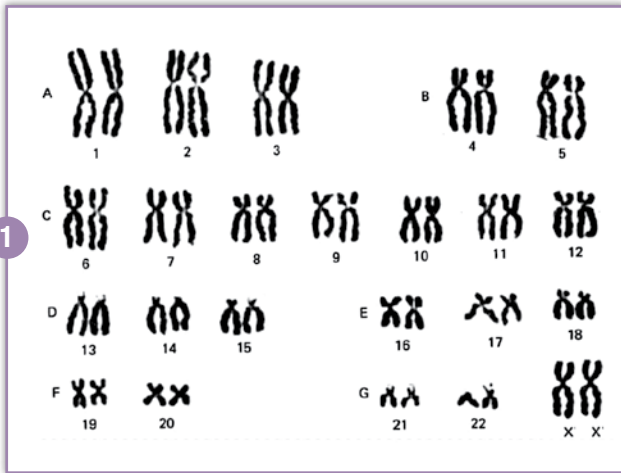
Σε μερικούς οργανισμούς τα αρσενικά άτομα (π.χ. κηφήνας, σφήκας) διαθέτουν σωματικά κύτταρα που είναι **απλοειδή** γι' αυτό και ονομάζονται **απλοειδείς οργανισμοί!**



Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό



1.6.7. Στο εργαστήριο Κυτταρογενετικής και Γονιδιώματος ένας Βιολόγος μάς παρουσίασε τους καρυότυπους που μελετούσε, και φαίνονται πιο κάτω, αναφέροντάς μας ότι ο ένας ανήκει στον πατέρα (κ. Αναστάση) και ο άλλος στη μητέρα (κ. Γρηγορία) του αγνοούμενου μαθητή Ανδρέα.



(α) Αφού συγκρίνετε τους δύο καρυότυπους (1 και 2), να εντοπίσετε τις διαφορές τους.

(β) Πόσα και ποια χρωματοσώματα μπορεί να σχετίζονται με το φύλο στους δύο καρυότυπους;

(γ) Πώς θα μπορούσατε να ονομάσετε τα χρωματοσώματα, που σχετίζονται με το φύλο;

Φ ___ λ ___ τ ___ κ ___

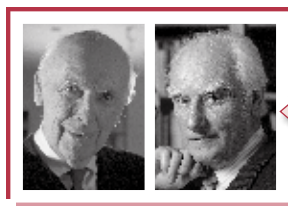
(δ) Ποιος από τους καρυότυπους 1 και 2 ανήκει στον κ. Αναστάση και ποιος στην κα Γρηγορία;



1.6.8. Να αντιστοιχίσετε, στον πιο κάτω πίνακα, τους όρους της Στήλης Α με της Στήλης Β.

A/A	ΣΤΗΛΗ Α
1.	Απλοειδές κύτταρο
2.	Διπλοειδής οργανισμός
3.	Ομόλογα χρωμοσώματα
4.	Καρυότυπος διπλοειδούς οργανισμού
5.	Γεννητικό κύτταρο γυναίκας (ωάριο)

A/B	ΣΤΗΛΗ Β
A.	Άνθρωπος
B.	Σπερματοζωάριο
Γ.	Διαθέτει 23 (n) χρωμοσώματα
Δ.	Ζεύγος χρωμοσωμάτων που είναι όμοια ως προς το μέγεθος, τη μορφή και τον τύπο των γενετικών πληροφοριών που περιέχουν
Ε.	Απεικόνιση των χρωμοσωμάτων ενός διπλοειδούς οργανισμού ταξινομημένων σε ζεύγη και κατά μειούμενο μέγεθος.



Γνωρίζετε ότι...

Ένας φυσιολογικός άνθρωπος έχει 23 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Το ένα χρωμοσώμα από το κάθε ζεύγος κληρονομείται από τον πατέρα και το άλλο από τη μητέρα.

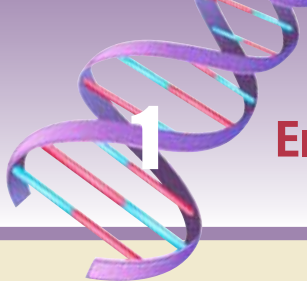
Τα 22 ζεύγη είναι κοινά στα δύο φύλα και ονομάζονται αυτοσωματικά χρωμοσώματα. Τα υπόλοιπα δύο (2) χρωμοσώματα ονομάζονται φυλετικά χρωμοσώματα γιατί καθορίζουν το φύλο του ατόμου. Τα φυλετικά χρωμοσώματα είναι δύο το X και το Y. Στον άνθρωπο όταν ένα άτομο έχει δύο X χρωμοσώματα (XX) είναι γυναίκα ενώ όταν έχει ένα X και ένα Y χρωμοσώμα (XY) είναι άντρας.



Πρωτοπόροι στη Βιολογία

Ο Γερμανός Βάλτερ Φλέμιγκ (Walther Flemming) (1843-1905) είναι ο ιδρυτής της κυτταρολογίας και της μελέτης των χρωμοσωμάτων. Στα τέλη του 1800, χρησιμοποίησε ειδικές βαφές για την παρατήρηση της κυτταρικής διαίρεσης. Ο Βάλτερ Φλέμιγκ παρατήρησε νηματοειδείς δομές στον πυρήνα των κυττάρων οι οποίες ξεχωρίζουν και μετακινούνται σε νέα κύτταρα. Ονόμασε τις νηματοειδείς δομές **νημάτια χρωματίνης**. Αργότερα η πιο συσπειρωμένη μορφή των νηματίων χρωματίνης ονομάστηκαν **χρωμοσώματα**. Ο Βάλτερ Φλέμιγκ ήταν επίσης ο πρώτος που χρησιμοποίησε τον όρο **μίτωση** για τη διαίρεση του πυρήνα ενός κυττάρου διότι του θύμιζε τον μίτο (νήμα) της Αριάδνης.





Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό



Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα!



1. Να διαβάσετε τις πιο κάτω δηλώσεις και να γράψετε αν είναι Σωστές (✓) ή Λάθος (X).

A/A	ΔΗΛΩΣΗ	Σωστό (✓) ή Λάθος (X)
1.	Τα χρωματοσώματα δεν είναι ορατά με το οπτικό μικροσκόπιο.	
2.	Τα χρωματοσώματα περιέχουν μόνο DNA.	
3.	Αυτοσωματικά χρωματοσώματα ονομάζουμε τα χρωματοσώματα που έχουμε στο σώμα μας.	
4.	Ομόλογα χρωματοσώματα είναι ένα ζεύγος χρωματοσωμάτων που είναι όμοια ως προς το μέγεθος, τη μορφή και τον τύπο των γενετικών πληροφοριών.	
5.	Το σπερματοζωάριο είναι ένα διπλοειδές (2n) κύτταρο.	
6.	Τα χρωματοσώματα κάθε κυτάρου περιέχουν τις γενετικές πληροφορίες για το συγκεκριμένο κύτταρο αλλά και για ολόκληρο τον οργανισμό.	
7.	Ο καρύοτυπος ενός απλοειδούς οργανισμού είναι η απεικόνιση των χρωματοσωμάτων του σε ζεύγη, ταξινομημένα κατά μειούμενο μέγεθος.	



2. Να συμπληρώσετε ορθά τον πιο κάτω πίνακα που σχετίζεται με τον αριθμό των χρωματοσωμάτων σε τέσσερις (4) οργανισμούς.

Οργανισμός	Αριθμός χρωματοσωμάτων στα σωματικά κύτταρα	Αριθμός ζευγών χρωματοσωμάτων στα σωματικά κύτταρα	Αριθμός χρωματοσωμάτων στους γαμέτες	Αριθμός ομόλογων χρωματοσωμάτων στους γαμέτες
Άνθρωπος			23	
Γάτα	38			
Σιτάρι		21		
Σκύλος			39	



3. Να γράψετε μία (1) πρόταση στην οποία να χρησιμοποιήσετε τη λέξη **κεντρομερίδιο**.



4. Να προσδιορίσετε κατά πόσο ο καρυότυπος:

(α) Μπορεί να ανήκει στον άνθρωπο.

Βάλτε σε κύκλο:

ΝΑΙ | **ΟΧΙ**

(β) Ανήκει σε άντρα ή γυναίκα.

Βάλτε σε κύκλο:

ΑΝΤΡΑΣ | **ΓΥΝΑΙΚΑ**

(γ) Έχει 23 αυτοσωματικά χρωμοσώματα.

Βάλτε σε κύκλο:

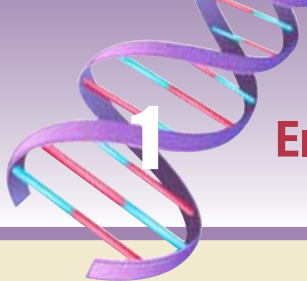
ΝΑΙ | **ΟΧΙ**

(δ) Προέρχεται από απλοειδές κύτταρο.

Βάλτε σε κύκλο:

ΝΑΙ | **ΟΧΙ**





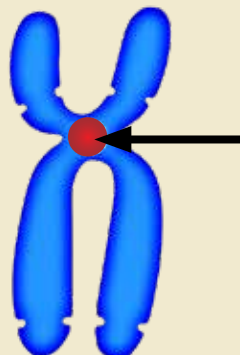
1

Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό



5. Στην πιο κάτω εικόνα φαίνονται οι αδελφές χρωματίδες ενός χρωματοσώματος. Να επιλέξετε πιο από τα παρακάτω παρουσιάζει το βέλος.

- (α) Ριβόσωμα
- (β) Κεντροσωμάτιο
- (γ) Κυτταρόπλασμα
- (δ) Κεντρομερίδιο



6. Με βάση το μέγεθος, τον αριθμό χρωματίδων και τη θέση του κεντρομεριδίου να αναφέρετε:

(α) Δύο (2) κοινά δομικά χαρακτηριστικά που διαθέτουν όλα τα χρωματοσώματα.

(β) Δύο (2) δομικές διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ μη ομολόγων χρωματοσωμάτων.



Ασκήσεις Εμπλουτισμού - Δημιουργικές Εργασίες!

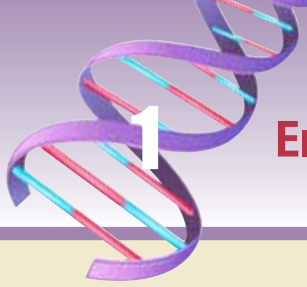


1 Να ακολουθήσετε τις οδηγίες που σας δίνονται παρακάτω για την ετοιμασία ενός μοντέλου που να αναπαριστά τον τρόπο οργάνωσης του DNA στον πυρήνα ενός ευκαρυωτικού κυττάρου.

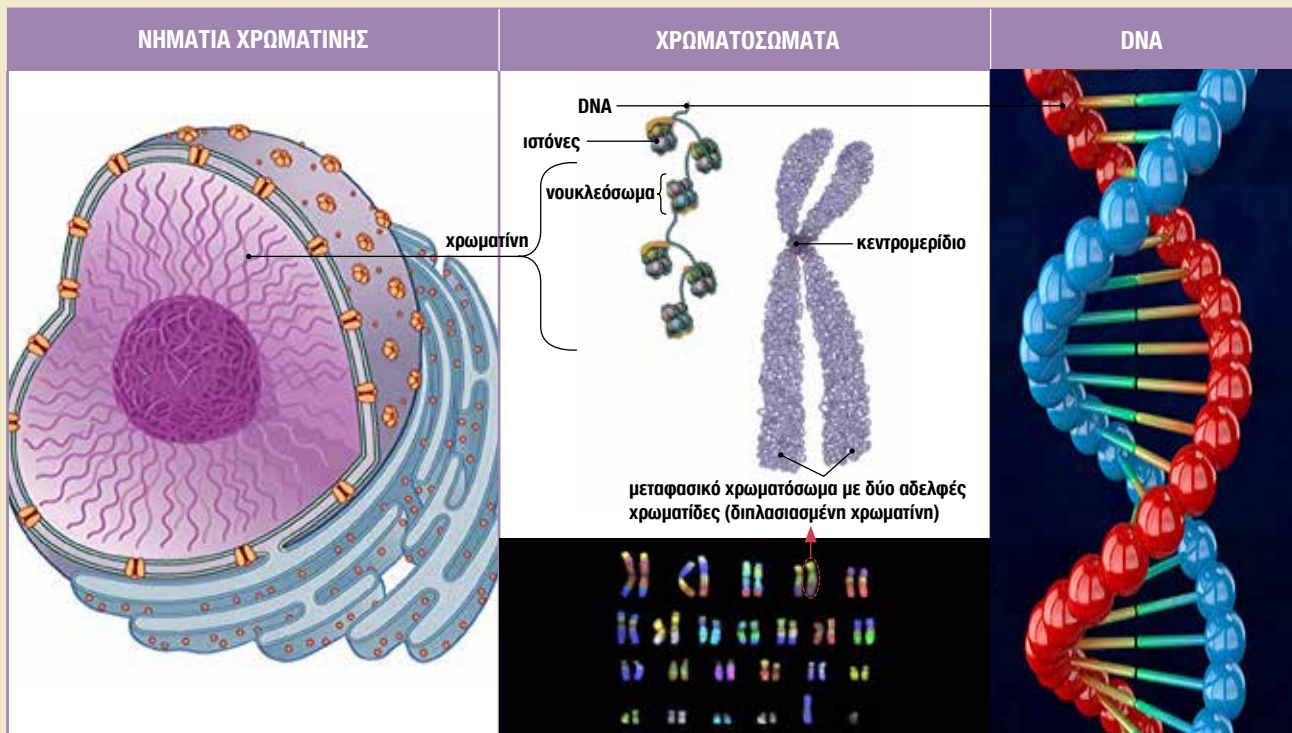
- (α)** Σας δίνεται ένα κομμάτι νήμα 4 m, ψαλίδι, χάρακας, οδοντογλυφίδες και μικρός δοκιμαστικός σωλήνας. Να ακολουθήσετε τις οδηγίες που σας δίνονται παρακάτω για να ετοιμάσετε ένα μοντέλο που να αναπαριστά την οργάνωση του DNA στον πυρήνα ενός κυττάρου μας.
- (β)** Να γράψετε μια υπόθεση για το εξής ερώτημα: Πώς καταφέρνει το DNA μας και χωράει στον πυρήνα ενός ευκαρυωτικού σωματικού μας κυττάρου;

Υπόθεση





Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό



(Υ) Με τη βοήθεια της πιο πάνω εικόνας, να κόψετε σε διάφορα μήκη το νήμα που έχετε στη διάθεσή σας, έτσι ώστε να προσομοιώσουν με τα διαφορετικά μόρια DNA που μπορεί να υπάρχουν στον πυρήνα ενός ανδρικού σωματικού κυττάρου, πριν τον διπλασιασμό του DNA.

Σε πόσα κομμάτια νήμα θα πρέπει να κόψετε το νήμα των 4 m που σας έχει δοθεί;

Ποια σχέση πρέπει να έχουν μεταξύ τους τα κομμάτια που θα κόψετε;



(δ) Να τοποθετήσετε σε λογική σειρά, τα διάφορα μόρια DNA (κομμάτια νήματος) που έχετε δημιουργήσει. Να εντοπίσετε και να καταγράψετε πιθανά λάθη που έχετε κάνει.



(ε) Πόσο περισσότερο νήμα θα χρειαζόσασταν, αν σας ζητούσαν να κόψετε νήμα, έτσι ώστε τα διάφορα κομμάτια να προσομοιώσουν με τα διαφορετικά μόρια DNA που μπορεί να υπάρχουν στον πυρήνα ενός ανδρικού σωματικού κυττάρου, μετά τον διπλασιασμό του DNA;

Ποια σχέση πρέπει να έχουν μεταξύ τους τα κομμάτια που θα κόψετε;

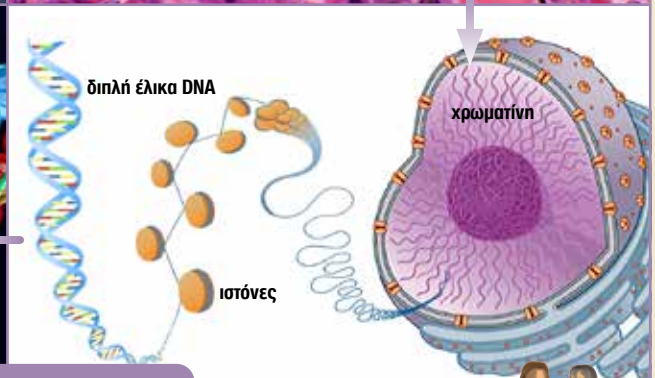
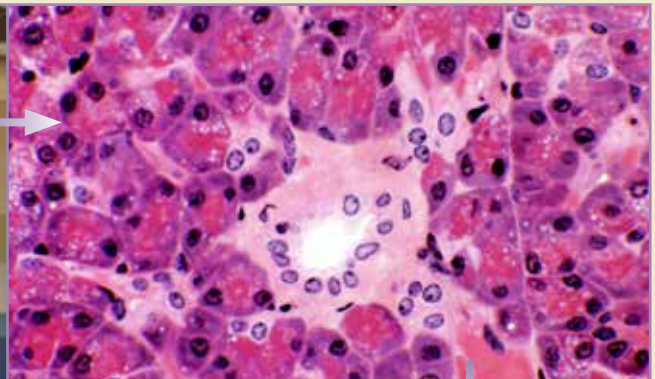


(στ) Να προσπαθήσετε να τυλίξετε το νήμα που κόψατε στην άσκηση (α) γύρω από οδοντογλυφίδες και να τις τοποθετήσετε στον δοκιμαστικό σωλήνα.



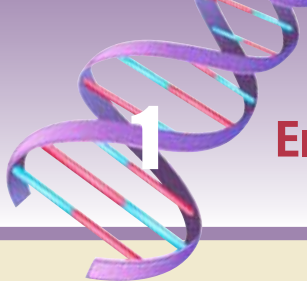
(ζ) Να τοποθετήσετε σε λογική σειρά, τα διάφορα μόρια DNA (κομμάτια νήματος) που έχετε δημιουργήσει. Να εντοπίσετε και να καταγράψετε πιθανά λάθη που έχετε κάνει.

A/A	Στοιχεία του πυρηνικού γενετικού υλικού στον άνθρωπο	Μοντέλο
1.	_____	Δοκιμαστικός σωλήνας
2.	_____	Νήμα 4 m
3.	Ιστόνες	_____
4.	46 νημάτια χρωματίνης κατά τη μεσόφαση	_____
5.	46 _____ κατά τη _____	92 οδοντογλυφίδες με τυλιγμένο νήμα



Αν αθροίσουμε το μήκος του DNA από όλα τα σωματικά μας κύτταρα, το συνολικό μήκος του θα φτάσει γύρω στα 150.000.000.000 Km, απόσταση που ισοδυναμεί με 500 ταξίδια μετ' επιστροφής στον Ήλιο!





Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό



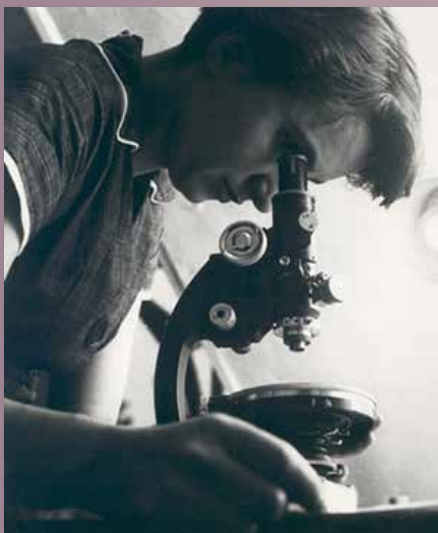
4

Να κατασκευάσετε, κάθε ομάδα, ένα μοντέλο που να αναπαριστά μια διπλή έλικα του DNA με 10 ζεύγη αζωτούχων βάσεων.

Πριν κατασκευάσετε το μοντέλο σας θα πρέπει να σκεφτείτε τα ακόλουθα:

- (α) Ποια ανακυκλώσιμα υλικά θα χρησιμοποιήσετε για την κατασκευή του μοντέλου και τι θα αναπαριστά το καθένα;
- (β) Πώς θα μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το μοντέλο σας για να εξηγήσετε τη δομή της διπλής έλικας του DNA;
- (γ) Πώς θα μπορείτε να συγκρίνετε τα μοντέλα, που θα φτιάξουν οι διάφορες ομάδες, για να εξηγήσετε στην τάξη αν φέρουν, μεταξύ τους, την ίδια ή διαφορετική γενετική πληροφορία;

Πρωτόποροι στη Βιολογία



Η Ρόζαλιντ Έλσι Φράνκλιν (Rosalind Elsie Franklin, 1920-1958) ήταν Βρετανή βιοφυσικός και κρυσταλλογράφος ακτίνων Χ.

Η Φράνκλιν είναι περισσότερο γνωστή για το έργο της σχετικά με εικόνες περίθλασης ακτίνων Χ του DNA, που οδήγησε στην ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA. Τα δεδομένα της, σύμφωνα με τον Φράνσις Κρικ, ήταν «τα δεδομένα που πράγματι χρησιμοποιήθηκαν» για να διατυπωθεί η υπόθεση Γουάτσον και Κρικ το 1953 σχετικά με τη δομή του DNA.



5

Οι Γουάτσον και Κρικ βασίστηκαν για τη διατύπωση του μοντέλου τους, για τη δομή του DNA, ιδιαίτερα στην εργασία της ερευνήτριας Ρόζαλιντ Φράνκλιν. Η προσφορά όμως της Φράνκλιν, η οποία πέθανε σε νεαρή ηλικία από καρκίνο των ωθηκών, λόγω των ραδιενεργών υλικών που χρησιμοποιούσε στη δουλειά της, αναγνωρίστηκε πολύ μετά το θάνατό της. Επιπλέον, αρκετοί άνθρωποι έχουν την εντύπωση ότι το μοντέλο για τη δομή του DNA των Γουάτσον και Κρικ υπήρξε μια αποκλειστικά δική τους μεμονωμένη «επαναστατική ανακάλυψη». Μήπως, κατά την άποψή σας, προκύπτει κάποιο ηθικό ζήτημα στον τρόπο που λειτούργησαν οι πιο πάνω επιστήμονες;



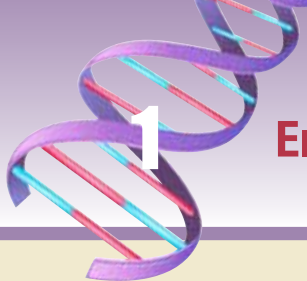
- 6** Το 1962, οι επιστήμονες Γουάτσον και Κρικ μοιράστηκαν μαζί με τον Γουίλκινς το βραβείο Νόμπελ για τη συνεισφορά τους στη ανακάλυψη της δομής του DNA, που αποτελεί ίσως το σημαντικότερο επιστημονικό επίτευγμα του 20ου αιώνα.

Το 1968, ο Γουάτσον σε βιβλίο του με τίτλο «Η διπλή έλικα» μεταξύ άλλων έγραψε τα εξής: «...Το 1958 η Ρόζαλιντ Φράνκλιν πέθανε πρόωρα από καρκίνο σε ηλικία 37 ετών. Οι πρώτες μου εντυπώσεις για αυτή, επιστημονικές και προσωπικές ήταν συχνά λανθασμένες. ... Σήμερα, εγώ και ο Κρικ φτάσαμε να εκτιμούμε βαθύτατα την τιμιότητα και τη γενναιοδωρία της, συνειδητοποιώντας με καθυστέρηση χρόνων τις μάχες που έδωσε προκειμένου να γίνει αποδεκτή σε έναν επιστημονικό κόσμο ο οποίος συχνά θεωρεί τις γυναίκες σαν ανάπαυλα από την υψηλή διανόηση... Τα δεδομένα των εργασιών της ήταν πράγματι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν το 1953 για την εξακρίβωση της δομής του DNA...»

Με αφορμή το πιο πάνω κείμενο, να κάνετε μια από τις παρακάτω ερευνητικές εργασίες:

- (α) Να κάνετε μια έρευνα για το ρόλο της γυναίκας στην επιστήμη από τον 17ο αιώνα μέχρι σήμερα.
- (β) Να αναπτύξετε το θέμα: «Η δεοντολογία στην επιστήμη».
- (γ) Να γράψετε ένα αφιέρωμα για τη Ρόζαλιντ Φράνκλιν.





1

Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό

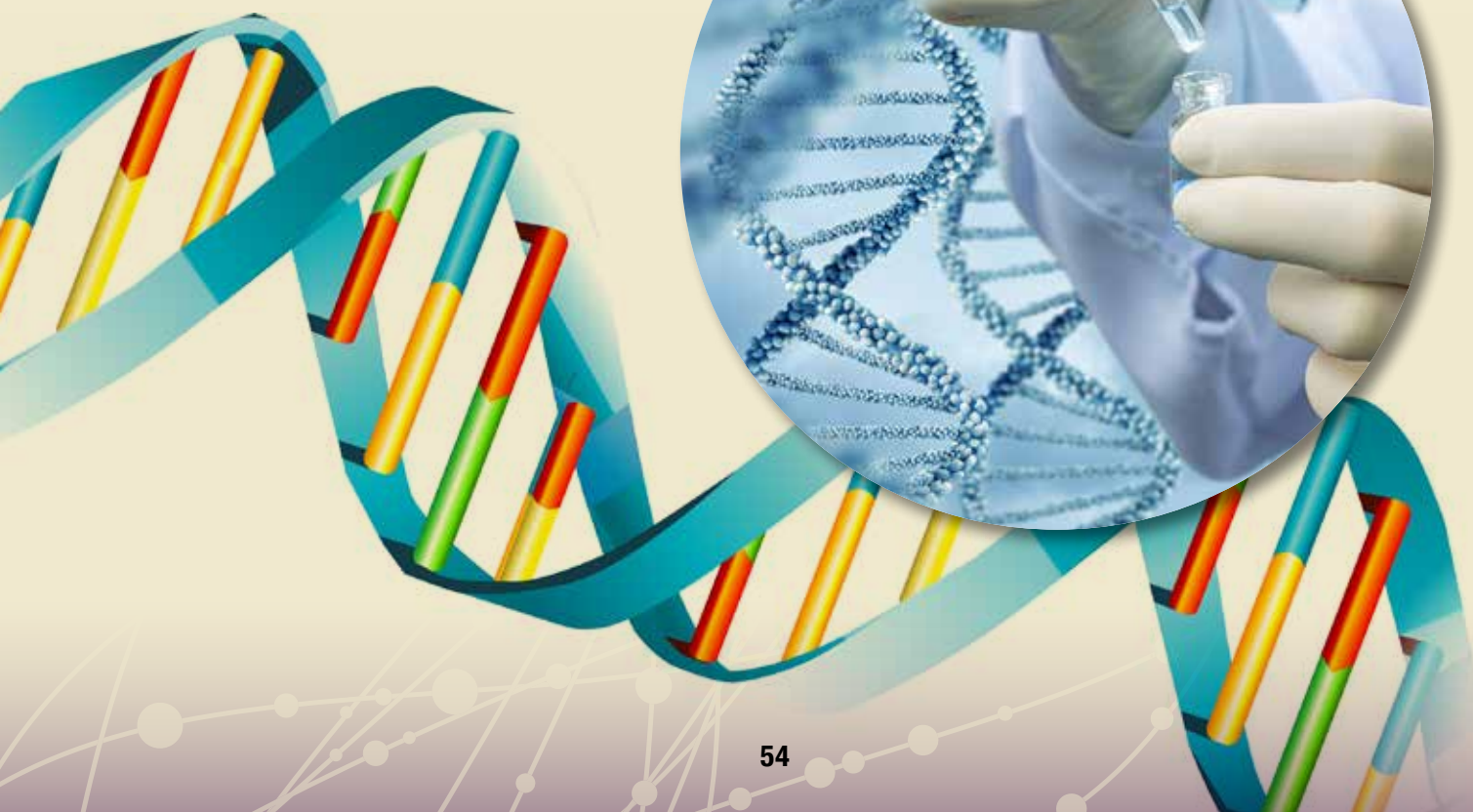
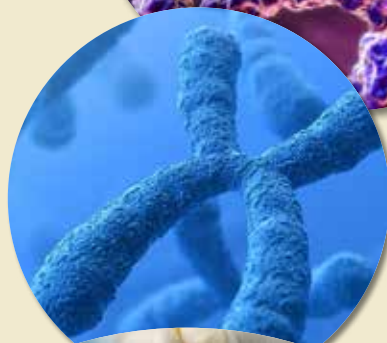
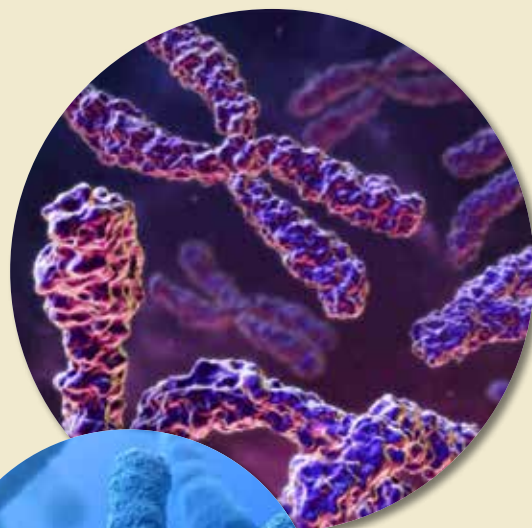


- 7** Στην απέναντι σελίδα φαίνονται τα διαγράμματα των χρωματοσωμάτων που πάρθηκαν από κύτταρα κάποιου μέλους της οικογένειας του κ. Αλέξη (μετά από κατάλληλη επεξεργασία).



Να κόψετε με προσοχή τα χρωματοσώματα και να τα κολλήσετε στην μεθεπόμενη σελίδα σύμφωνα με τις οδηγίες:

- (1) Να ταιριάξετε τα χρωματοσώματα σε ζευγάρια.
- (2) Να τοποθετήσετε τα χρωματοσώματα σε σειρά ελαττωμένου μεγέθους (από τα μεγαλύτερα προς τα μικρότερα) ώστε να δημιουργήσετε την εικόνα του καρυότυπου.
- (3) Να αποφανθείτε κατά πόσο ο καρυότυπος, που έχει δημιουργηθεί, ανήκει σε κύτταρα που έχουν παρθεί από τον κ. Αλέξη ή την σύζυγό του κα Ζωή.

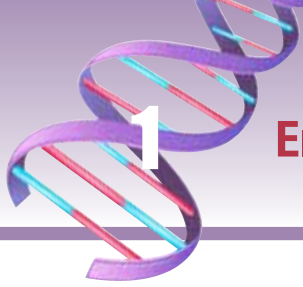






A photograph of a female scientist in a white lab coat and a light blue surgical mask, looking through the eyepiece of a microscope in a laboratory. The scene is dimly lit with a purple tint. In the background, another microscope and laboratory equipment are visible. The text is overlaid on the lower-left portion of the image.

**Εισαγωγή
στο Γενετικό Υλικό
Ένθετο**



Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό - Ένθετο

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Μέθοδος Αποτυπωμάτων DNA

80'



Σήμερα, οι Βιολόγοι-Γενετιστές του Εργαστηρίου Δικανικής Γενετικής του Ινστιτούτου Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου έχουν πάρει βιολογικό δείγμα (κύτταρα από το εσωτερικό της στοματικής κοιλότητας) από τον κ. Αναστάση, πατέρα του αγνοούμενου Ανδρέα, την κα Γρηγορία, μητέρα του Ανδρέα, καθώς και από τον αδελφό του, τον κ. Αλέξη.

Να διαβάσετε τις πληροφορίες που έδωσαν οι Βιολόγοι-Γενετιστές στους συγγενείς του αγνοούμενου Ανδρέα, πριν πάρουν τα δείγματα, και να απαντήσετε στο ερώτημα που ακολουθεί.

Αγαπητή κυρία Γρηγορία και αγαπητοί κύριοι Αναστάση και Αλέξη,

Θα θέλαμε να σας ενημερώσουμε για τον λόγο που θα πάρουμε από εσάς βιολογικά δείγματα. Θα πρέπει να γνωρίζετε ότι ο αγνοούμενος χιός σας Ανδρέας έχει μιό πυρηνικό γενετικό υλικό από εσάς κύριε Αναστάση που είσατε ο πατέρας του, καθώς και μιό πυρηνικό γενετικό υλικό από εσάς κυρία Γρηγορία που είσατε η μητέρα του.

Εσείς κύριε Αλέξη θα πρέπει να γνωρίζετε ότι το δικό σας ανδρικό γενετικό υλικό είναι το ίδιο με αυτό του πατέρα σας και το ίδιο με του αγνοούμενου αδελφού σας Ανδρέα. Αντίθετα, το μιτοχονδριακό γενετικό υλικό σας είναι το ίδιο με αυτό της μητέρας σας της κυρίας Γρηγορίας και με αυτό του αγνοούμενου αδελφού σας.

Σε περίπτωση που ο αγαπημένος σας Ανδρέας δεν βρίσκεται 6τη ζωή, τα βιολογικά δείγματα που έχουμε πάρει από εσάς θα μπορέσουν να μας βοηθήσουν στην αναγνώριση των λειψάνων του, αν αυτά εντοπιστούν σε κάποιο ομαδικό τάφο. Δεδομένου ότι έχουμε διάφορα εκλελεκτικά εώματα που προέρχονται από την περιοχή που χάθηκε ο Ανδρέας, θα προχωρήσουμε σε εξειδικευμένες εξετάσεις (μέθοδος αποτυπωμάτων DNA) για να διαπιστώσουμε κατά πόσο αυτά τα δείγματα σχετίζονται με τον αγνοούμενο Ανδρέα.



1.1. Ποια είναι η άποψή σας για την ευαισθησία με την οποία οι ειδικοί επιστήμονες ενημέρωσαν τους συγγενείς του αγνοούμενου Ανδρέα για τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν στο εργαστήριο Δικανικής Γενετικής για την εξακρίβωση της τύχης του;



1.2. Γιατί πιστεύετε ότι είναι σημαντικό για τους Γενετιστές να έχουν στη διάθεσή τους βιολογικά δείγματα τόσο από τη μητέρα, όσο και από τον πατέρα και τον αδελφό του αγνοούμενου Ανδρέα;



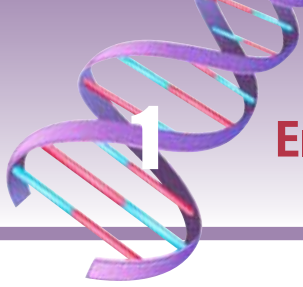
Μετά τη λήψη των βιολογικών δειγμάτων, από τους συγγενείς του αγνοούμενου Ανδρέα, οι Βιολόγοι-Γενετιστές θα προχωρήσουν σε εξειδικευμένες εξετάσεις για να διαπιστώσουν κατά πόσο τα δείγματα που πήραν σχετίζονται με κάποια από τα σκελετικά σώματα που ανευρέθηκαν στην περιοχή που πιστεύεται ότι χάθηκε ο μικρός Ανδρέας. Η όλη διαδικασία που θα ακολουθήσουν είναι γνωστή ως μέθοδος Αποτυπωμάτων DNA (DNA fingerprinting).



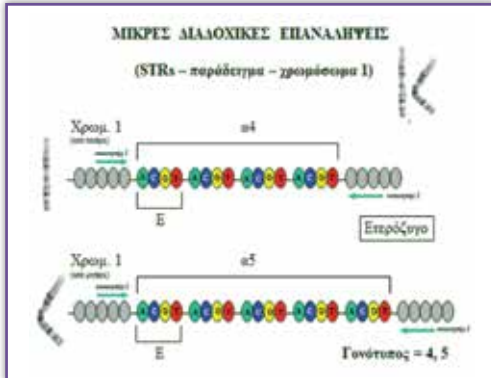
1.3. Στον πιο κάτω πίνακα (που συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα) δίνονται βασικές πληροφορίες για τη μέθοδο Αποτυπωμάτων DNA που θα ακολουθήσουν οι ειδικοί επιστήμονες για να ταυτοποιήσουν λείψανα που πιθανόν να ανήκουν στον αγνοούμενο μικρό Ανδρέα. Να διαβάσετε τις πληροφορίες αυτές και να απαντήσετε στα πιο κάτω ερωτήματα.



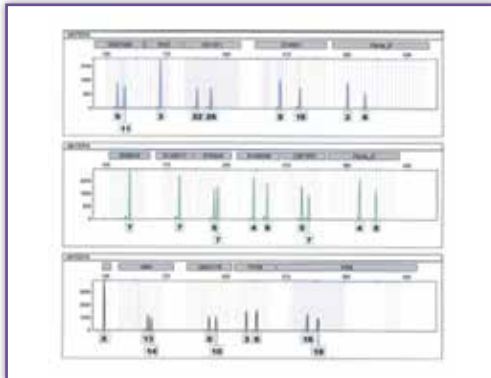
Αρχικά **απομονώνεται το γενετικό υλικό** από τα κύτταρα των συγγενών του αγνοούμενου Ανδρέα καθώς και από σκελετικά δείγματα. Για τον σκοπό αυτό τα βιολογικά δείγματα εκτίθενται σε διάφορα διαλύματα και **σταδιακά εκκυλίζεται και απομονώνεται το γενετικό υλικό (πυρηνικό και μιτοχονδριακό DNA)** κάθε ατόμου ξεχωριστά από τα υπόλοιπα συστατικά των κυττάρων (RNA, πρωτεΐνες κ.λπ.).



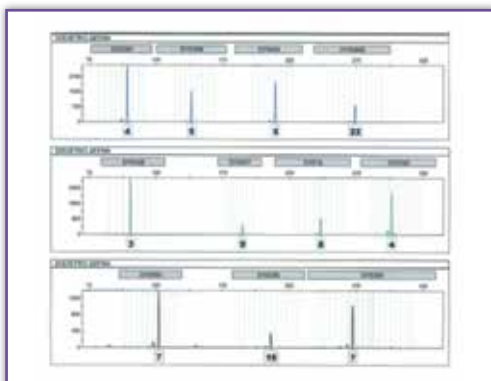
Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό - Ένθετο



Ακολουθεί η τεχνική της Αλυσιδωτής Αντίδρασης Πολυμεράσης (PCR) κατά την οποία **πολύ μικρή ποσότητα του γενετικού υλικού (pg/μl)** υποβάλλεται σε ειδική διαδικασία κατά την οποία, με ειδικό εξοπλισμό και ειδικά αντιδραστήρια, **επιλέγονται και πολλαπλασιάζονται (σε εκατομμύρια αντίγραφα)**, για κάθε δείγμα γενετικού υλικού που εξετάζεται, **συγκεκριμένες χρωματοσωματικές θέσεις**.



Στη συνέχεια **διαχωρίζονται τα προϊόντα της PCR**, με βάση το μέγεθός τους, σε **μικροσπύρες γενετικού αναλυτή**. Αυτός ο διαχωρισμός γίνεται με μια εξειδικευμένη διαδικασία που ονομάζεται **ηλεκτροφόρηση**. Ακολουθώντας **τα αποτελέσματα της ηλεκτροφόρησης**, για κάθε βιολογικό δείγμα, **αναλύονται με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού** προγράμματος σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.



Οι πληροφορίες, που θα προκύψουν από την επεξεργασία αυτή, **αποτυπώνονται με τη μορφή ειδικής γραφικής παράστασης (ηλεκτροφερόγραμμα)**. Αυτή η **γραφική παράσταση απεικονίζει το γενετικό προφίλ του ατόμου** από το οποίο προέρχεται κάθε βιολογικό δείγμα. Στη συνέχεια **συγκρίνονται τα γενετικά προφίλ των συγγενών με τα γενετικά προφίλ των σκελετικών δειγμάτων** για να διαπιστωθεί αν **συσχετίζονται γενετικά**.



1.3.1.

Στην επόμενη σελίδα, να ονομάσετε, με τη σωστή σειρά, τα τέσσερα στάδια που θα ακολουθήσουν οι Βιολόγοι-Γενετιστές, για να δημιουργήσουν το γενετικό προφίλ ενός ζώοντος ατόμου (π.χ. του πατέρα, της μητέρας και του αδελφού του αγνοούμενου Ανδρέα) ή ενός σκελετικού δείγματος από ένα άτομο που απέθανε.

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____



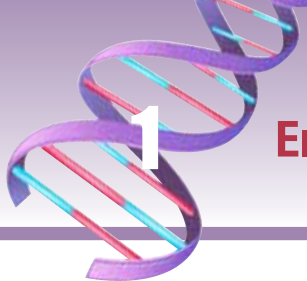
1.3.2.

Πώς πιστεύετε ότι θα αξιοποιήσουν οι Βιολόγοι-Γενετιστές του Ινστιτούτου Γενετικής και Νευρολογίας τα γενετικά προφίλ από τα ανευρεθέντα λείψανα και τα γενετικά προφίλ του κου Αναστάση, της κας Γρηγορίας και του κου Αλέξη, που θα προκύψουν από τις γενετικές εξετάσεις με τη διαδικασία της μεθόδου Αποτυπωμάτων DNA.



1.3.3.

Οι Βιολόγοι-Γενετιστές εκτός από τα γενετικά προφίλ που θα προκύψουν από τις γενετικές εξετάσεις του αυτοσωματικού γενετικού υλικού, θα προχωρήσουν και στη δημιουργία γενετικών προφίλ του ανδρικού χρωματοσώματος Υ και του μιτοχονδριακού γενετικού υλικού των συγγενών του αγνοούμενου Ανδρέα. Γιατί κατά την άποψή σας απαιτείται η δημιουργία γενετικών προφίλ και από το ανδρικό χρωμάτωμα Υ, καθώς και από το μιτοχονδριακό γενετικό υλικό;



Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό - Ένθετο



1.3.4.

Με βάση τις προηγούμενες διαδικασίες που έχετε μελετήσει για τη δημιουργία των γενετικών προφίλ των συγγενών του αγνοούμενου Ανδρέα, να γράψετε τη σημασία της τεχνολογίας για τη διακρίβωση της τύχης των αγνοουμένων.



Ανακοίνωση Αποτελεσμάτων



Γνωρίζετε ότι...

Για να απομονωθεί το γενετικό υλικό από ένα σκελετικό δείγμα ακολουθούνται οι εξής διαδικασίες:

- Κόψιμο σκελετικών δειγμάτων.
- Καθαρισμός σκελετικών δειγμάτων με τη χρήση οδοντιατρικών εργαλείων.
- Κονιορτοποίηση δειγμάτων (μετατροπή σε σκόνη) σε ειδικές συσκευές υγρού αζώτου στους -200ο C.
- Η σκόνη που προκύπτει από την κονιορτοποίηση θα εκτεθεί διαδοχικά σε διάφορα χημικά διαλύματα έτσι ώστε στο τέλος της διαδικασίας να απομονωθεί το γενετικό υλικό (DNA) από το σκελετικό δείγμα.
- Το δείγμα γενετικού υλικού του σκελετικού δείγματος, θα μελετηθεί με σκοπό να αποτυπωθούν τα γενετικά προφίλ του αυτοσωματικού γενετικού υλικού, του ανδρικού χρωμοσώματος Y και του μιτοχονδριακού γενετικού υλικού.

Ορισμένες φορές υπάρχει η πιθανότητα να μην μπορεί να αποτυπωθεί το γενετικό προφίλ ενός σκελετικού δείγματος, διότι το γενετικό υλικό που απομονώνεται από αυτό πιθανά να είναι κατακερματισμένο λόγω των συνθηκών που επικρατούσαν στον χώρο ταφής (π.χ. οξύτητα του εδάφους).



Δειγματοληψία Σκελετικού Δείγματος



Καθαρισμός Σκελετικού Δείγματος



Κονιορτοποίηση Σκελετικού Δείγματος

Πειραματική Διαδικασία



Παρακάτω σας δίνονται οδηγίες για τη διεξαγωγή μιας πειραματικής διαδικασίας που στοχεύει στην απομόνωση DNA από ακτινίδιο. Να παρακολουθήσετε το βίντεο με τίτλο «Πείραμα για απομόνωση DNA από φυτικά κύτταρα» και στη συνέχεια να εφαρμόσετε τις οδηγίες που σας δίνονται και να απαντήσετε στα ερωτήματα που ακολουθούν.



Α) Όργανα και υλικά

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Αποχυμωτής (blender) κουζίνας | 9. 3 g μαγειρικό αλάτι, ύαλος ωρολογίου |
| 2. Κοφτερό μαχαίρι λαχανικών | 10. 100 ml απιονισμένο νερό |
| 3. Μεγάλο πλαστικό χωνί ή σουρωτήρι | 11. Πιπέττα 10 ml, ογκομ. κύλινδροι 20 και 100 ml |
| 4. Υδατόλουτρο | 12. Γυάλινος δοκιμαστικός σωλήνας |
| 5. Τριμμένος πάγος | 13. Γυάλινη ράβδος ανάδευσης |
| 6. Δύο ποτήρια ζέσεως 250 ml | 14. 2-3 σταγόνες διαλύματος του ενζύμου πρωτεΐνάση (0,1 g/100 ml) ή πεψίνη (1 g/100ml) |
| 7. Φίλτρο καφετιέρας | 15. 6 ml παγωμένη αιθανόλη |
| 8. 10 ml υγρό πιάτων | 16. Ακτινίδιο |



Β) Εκτέλεση πειράματος



Βήμα 1: Να προσθέσετε σε ποτήρι ζέσεως 100 ml κρύου απιονισμένου νερού.

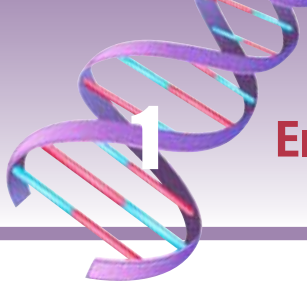
Να ζυγίσετε 3 g αλάτι και να τα προσθέσετε στο ποτήρι ζέσεως, αναδεύοντας μέχρι να διαλυθεί πλήρως το αλάτι.

Να κόψετε ένα (1) ακτινίδιο σε μικρά κομμάτια και να τα προσθέσετε στο αλατόνερο.

Να ρίξετε το μίγμα στον αποχυμωτή και να το ομογενοποιήσετε σε ψηλή ταχύτητα για 15 δευτερόλεπτα.



Σε τι πιστεύετε ότι χρησιμεύει η διαδικασία αυτή για την απομόνωση του DNA;



1

Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό - Ένθετο

Βήμα 2: Να φιλτράρετε το ομογενοποιημένο υλικό περνώντας το από το χωνί (ή το σουρωτήρι) με το φίλτρο και να συλλέξετε το διήθημα σε ποτήρι ζέσεως.

Να προσθέσετε 10 ml υγρού πιάτων στο διήθημα αναδεύοντας ήπια με τη ράβδο και προσέχοντας να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες.

Στη συνέχεια να τοποθετήσετε το ποτήρι ζέσεως με το διήθημα και το υγρό πιάτων σε υδατόλουτρο (60 °C) για 15 λεπτά.



Σε τι πιστεύετε ότι χρησιμεύει η διαδικασία αυτή για την απομόνωση του DNA αν γνωρίζουμε ότι το σαπούνι διαλυτοποιεί τις λιπαρές ουσίες των μεμβρανών στα κύτταρα;

Βήμα 3: Να μεταφέρετε μέρος του διηθήματος σε τρεις (3) δοκιμαστικούς σωλήνες ώστε να γεμίσουν κατά το 1/3. Να προσθέσετε 2-3 σταγόνες ενζύμου σε κάθε σωλήνα (πρωτεϊνάση ή πεψίνη) και να αναδεύσετε ήρεμα με προσοχή.

Σε τι πιστεύετε ότι χρησιμεύει η διαδικασία αυτή για την απομόνωση του DNA αν γνωρίζουμε ότι το γενετικό υλικό στα κύτταρα βρίσκεται με τη μορφή νηματίων χρωματίνης και ότι η πρωτεϊνάση (ή η πεψίνη) διασπά τις πρωτεΐνες;

Βήμα 4: Κρατώντας υπό κλίση τον δοκιμαστικό σωλήνα αφήστε να κυλίσει αργά στο τοίχωμα του σωλήνα παγωμένη αιθανόλη, ώστε να σχηματισθεί ένα στρώμα αιθανόλης επάνω από το διήθημα και ο σωλήνας να γεμίσει κατά τα 2/3. Να τοποθετήσετε τον δοκιμαστικό σωλήνα στο στήριγμα και να περιμένετε 2-3 λεπτά.

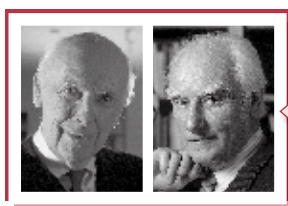


Τι παρατηρείτε στην επιφάνεια επαφής διηθήματος / αιθανόλης;

Με γυάλινη ράβδο, καλαμάκι ή οδοντογλυφίδα μπορείτε να συλλέξετε το DNA και να το φυλάξετε σε φιαλίδιο με αιθανόλη.



Ποιο πιστεύετε θα ήταν το αποτέλεσμα του πειράματος αν δεν χρησιμοποιούσατε υγρό πιάτων;



Γνωρίζετε ότι...

Ο αποχρωματής βοηθά ώστε να αποσυνδεθούν και να σπάσουν τα κύτταρα στον φυτικό ιστό.

Το υγρό σαπουνι πιάτων βοηθά ώστε να διαλυθούν τα λιπίδια των μεμβρανών και να απελευθερωθούν από τους πυρήνες τα νημάτια χρωματίνης.

Τα πρωτεολυτικά ένζυμα διασπούν τις πρωτεΐνες (ιστόνες) της χρωματίνης ώστε να απελευθερωθεί το DNA.

Η παγωμένη αλκοόλη που έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δύο (2) φάσεις, προκαλεί αδιαλυτοποίηση και καταβύθιση του DNA.

Το αλάτι βοηθά τα μόρια DNA ώστε να ενωθούν το ένα με το άλλο με αποτέλεσμα να μπορούμε να τα συλλέξουμε μετά την καταβύθισή τους στην φάση της αιθανόλης.



1 Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό - Ένθετο



Γνωρίζετε ότι...

Ο αποχρωματής βοηθά ώστε να αποσυνδεθούν και να σπάσουν τα κύτταρα στον φυτικό ιστό.

Το υγρό σαπούνη πιάτων βοηθά ώστε να διαλυθούν τα λιπίδια των μεμβρανών και να απελευθερωθούν από τους πυρήνες τα νημάτια χρωματίνης.

Τα πρωτεολυτικά ένζυμα διασπούν τις πρωτεΐνες (ιστόνες) της χρωματίνης ώστε να απελευθερωθεί το DNA.

Η παγωμένη αλκοόλη που έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δύο (2) φάσεις, προκαλεί αδιαλυτοποίηση και καταβύθιση του DNA.

Το αλάτι βοηθά τα μόρια DNA ώστε να ενωθούν το ένα με το άλλο με αποτέλεσμα να μπορέσουμε να τα συλλέξουμε μετά την καταβύθισή τους στην φάση της αιθανόλης.



Ανακοίνωση Αποτελεσμάτων

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Ταυτοποιώντας το άγνωστο σκελετικό υλικό

60'



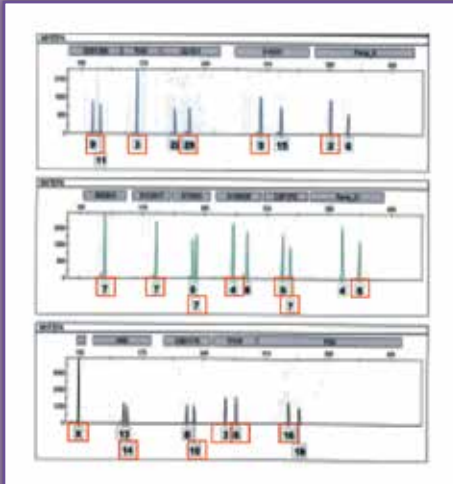
Στη δραστηριότητα αυτή θα μελετήσουμε τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις γενετικές εξετάσεις που έκαναν οι γενετιστές για να εξακριβώσουν κατά πόσο τα βιολογικά δείγματα που πήραν από τους συγγενείς του αγνοούμενου Ανδρέα σχετίζονται με κάποιο από τα σκελετικά σώματα που τους παρέδωσαν οι ειδικοί επιστήμονες του Ανθρωπολογικού Εργαστηρίου, πριν λίγες μέρες (σκελετικό υλικό Α).



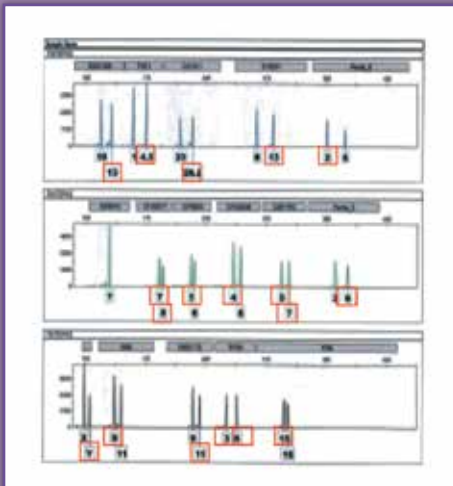
- 2.1.** Να μελετήσετε τα γενετικά προφίλ 1, 2 και 3 που προέκυψαν από την ανάλυση αποτυπωμάτων DNA η οποία έγινε σε βιολογικά δείγματα που λήφθηκαν από την κα Γρηγορία, τον κων Αναστάση, τον κων Αλέξη και από το σκελετικό δείγμα Α που βρέθηκε στην περιοχή όπου κάθηκε ο μαθητής Ανδρέας, τον Ιούλιο του 1974.

Αναλύθηκαν και στα τέσσερα δείγματα συγκεκριμένες θέσεις (π.χ. D3S1358, THO1, D21S11, κ.ά.) που βρίσκονται σε διάφορα χρωμοσώματα. Οι αριθμοί δείχνουν, ανά χρωμοσωματική θέση, συγκεκριμένα γονίδια που διαθέτουν τα τέσσερα άτομα. Με κόκκινα τετράγωνα σημειώνονται τα γονίδια της κας Γρηγορίας, του κων Αναστάση και του κων Αλέξη που εμφανίζονται και στο άγνωστο σκελετικό δείγμα Α.

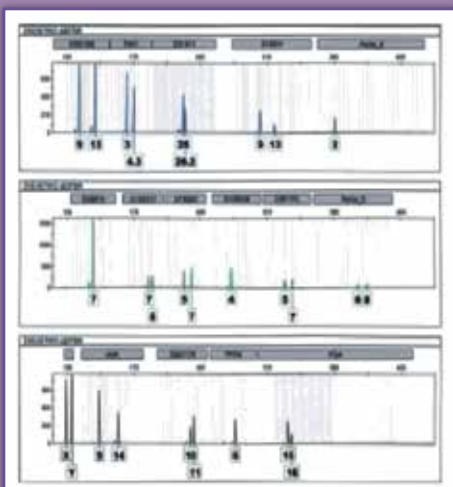
Γενετικά Προφίλ (πυρηνικό DNA) - Γονέων και Σκελετικού Δείγματος



Μπέρα (κα Γρηγορία)

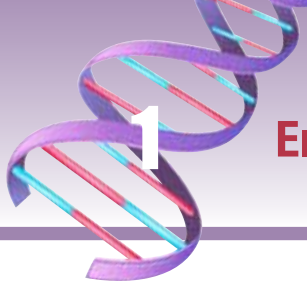


Πατέρας (κος Αναστάσης)

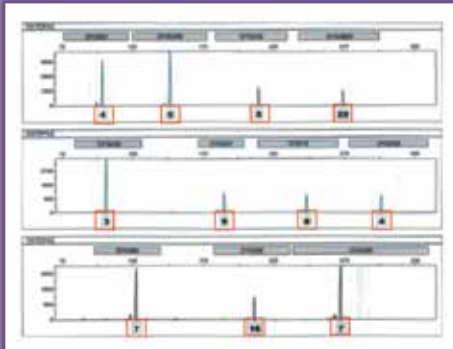


Σκελετικό Δείγμα (αγνοούμενος)

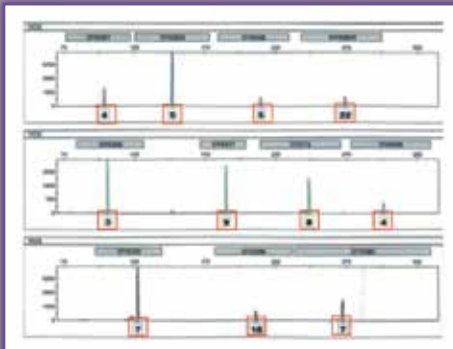
ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ 1



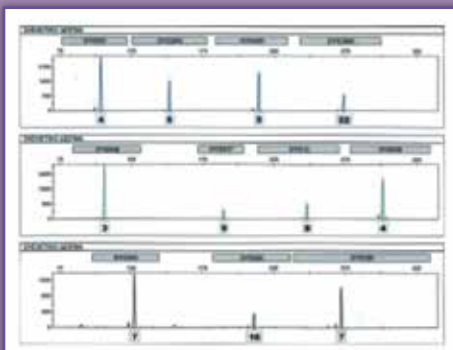
Ανδρικό χρωματόσωμα Y - Συγγενών Αγνοούμενου και Σκελετικού Δείγματος



Πατέρας (κος Αναστάσης)



Αλέξης



Σκελετικό Δείγμα (αγνοούμενος)

ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ 2



Να μελετήσετε και να συγκρίνετε τα δεδομένα που αποτυπώνονται στα πιο πάνω γενετικά προφίλ 1 και 2. Υπενθυμίζεται ότι με κόκκινα τετράγωνα σημειώνονται τα γονίδια της κας Γρηγορίας, του κου Αναστάση και του κου Αλέξη που εμφανίζονται και στο άγνωστο σκελετικό δείγμα Α. Στη συνέχεια να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας, όσον αφορά το είδος των γονιδίων που ανευρέθηκαν τόσο στα άτομα της οικογένειας του κου Αναστάση όσο στο είδος των γονιδίων που ανευρέθηκαν στο βιολογικό δείγμα που πάρθηκε από το άγνωστο σκελετικό σώμα Α, καθώς και τα συμπεράσματα που μπορείτε να εξαγάγετε όσον αφορά το ενδεχόμενο πιθανής συγγένειας μεταξύ των ατόμων της οικογένειας του κου Αναστάση και του άγνωστου σκελετικού σώματος Α.

Παρατηρήσεις:

Συμπεράσματα:



Ανακοίνωση Αποτελεσμάτων



Να μελετήσετε επίσης το γενετικό προφίλ του μιτοχονδριακού DNA της κας Γρηγορίας και του άγνωστου σκελετικού δείγματος Α, σε σχέση με το δείγμα αναφοράς ANDERSON, προσέχοντας την αλληλουχία των αζωτούχων βάσεων στις θέσεις που σημειώνονται με κόκκινα ορθογώνια.

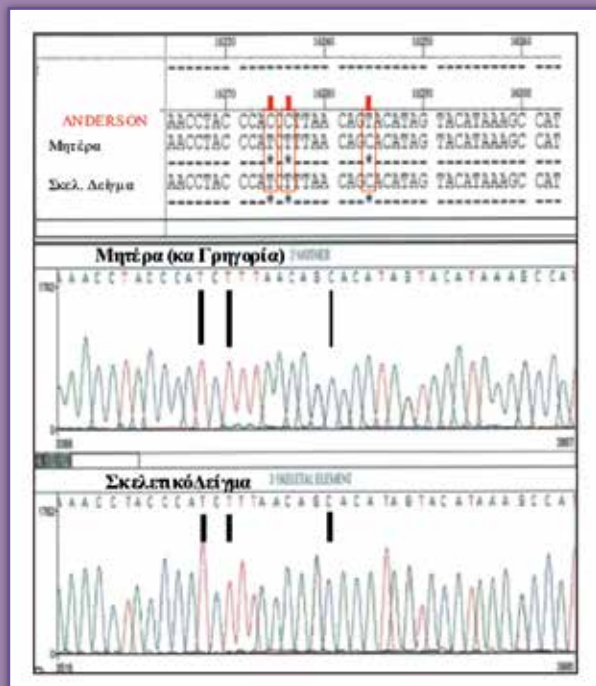
Μιτοχονδριακό Γενετικό Υλικό (mtDNA)

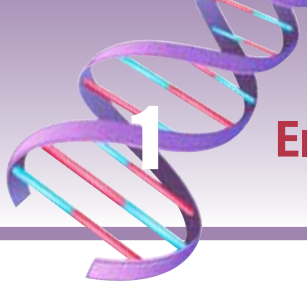
Κληροδοτείται από την ΜΗΤΕΡΑ
σε ΟΛΑ τα παιδιά της

Πανομοιότητες διαφορές μεταξύ
της Αλληλουχίας Βάσεων Αναφοράς ANDERSON
και των δειγμάτων της μητέρας
και του σκελετικού δείγματος στις θέσεις:

- 16274
- 16276 και
- 16284
- ή
- C16274T
- C16276T και
- C16284T

ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ 3





Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό - Ένθετο

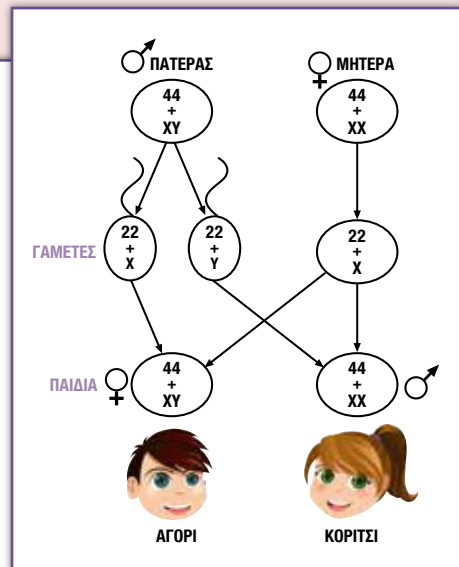
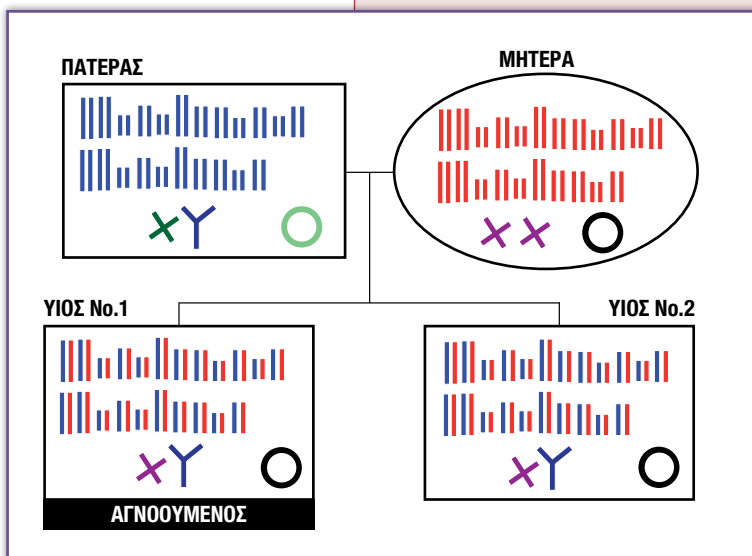
Παρατηρήσεις:

Συμπεράσματα:

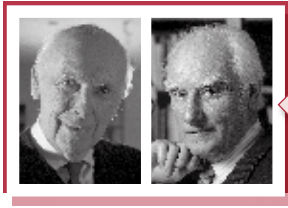


Γνωρίζετε ότι...

Κατά την αμφιγονική αναπαραγωγή:



- Ο άνδρας παράγει δύο ειδών σπερματοζώαρια, ένα που περιέχει το χρωμόσωμα Y και ένα που περιέχει το χρωμόσωμα X σε ποσοστό 50% το κάθε είδος.



Γνωρίζετε ότι...

- Η γυναίκα παράγει πάντοτε ωάρια με χρωματόσωμα Χ.
- Το αγόρι κληρονομεί, υποχρεωτικά, το Υ χρωματόσωμα από τον πατέρα του και το Χ από τη μητέρα του.
- Το κορίτσι κληρονομεί ένα Χ χρωματόσωμα από τον πατέρα και ένα Χ χρωματόσωμα από τη μητέρα.
- Πατέρας και μητέρα (διπλοειδείς οργανισμοί) κληροδοτούν στα παιδιά τους, μέσω σπερματοζωαρίου και ωαρίου (απλοειδή κύτταρα), ένα χρωματόσωμα από κάθε ζευγάρι των ομολόγων χρωματοσωμάτων τους. Επομένως κάθε παιδί, αγόρι ή κορίτσι κληρονομεί γονίδια και από τους δύο γονείς (βλ. ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ 1).
- Ο πατέρας κληροδοτεί στα αρσενικά παιδιά του το φυλετικό χρωματόσωμα Υ και επομένως όλα τα αγόρια του έχουν στο Υ χρωματόσωμά τους τα ίδια γονίδια, τόσο μεταξύ τους όσο και με τον πατέρα τους (βλ. ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ 2).
- Η μητέρα κληροδοτεί, μέσω του ωαρίου, σε όλα τα παιδιά της, αγόρια και κορίτσια, τα δικά της μιτοχόνδρια και επομένως το δικό της μιτοχονδριακό γενετικό υλικό (mtDNA) (βλ. ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ 3). (Τα μιτοχόνδρια του σπερματοζωαρίου παραμένουν εκτός του ωαρίου κατά την γονιμοποίηση).

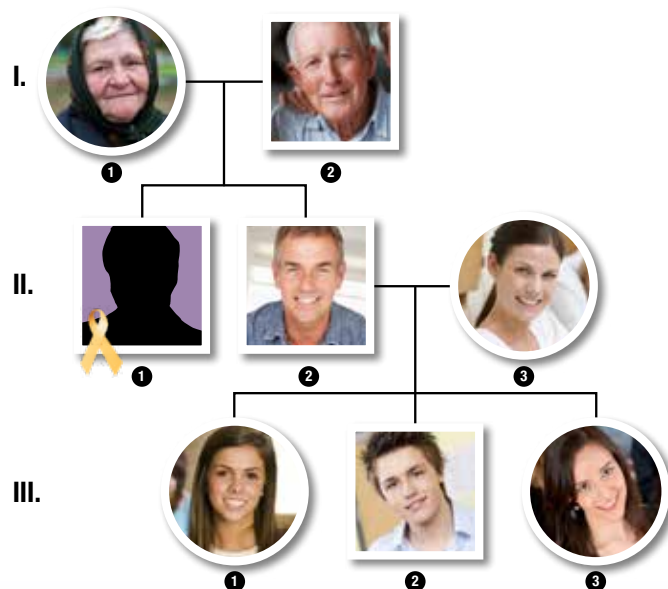
Τα γενετικά προφίλ, που προκύπτουν από τις γενετικές εξετάσεις του αυτοσωματικού γενετικού υλικού, του ανδρικού φυλετικού χρωματοσώματος Υ και του μιτοχονδριακού γενετικού υλικού των συγγενών των αγνοουμένων, καταχωρούνται σε ειδικές ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων έτσι ώστε να μπορούν να συγκριθούν με γενετικά προφίλ που θα προκύψουν από τις γενετικές εξετάσεις όλων των σκελετικών δειγμάτων.

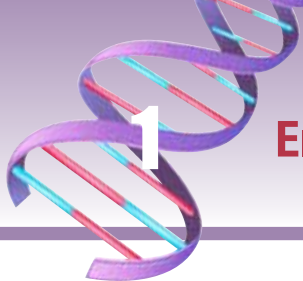


2.2.

Με βάση τα όσα έχετε μάθει μέχρι τώρα για το γενετικό υλικό και την κληρονομιά του στην οικογένεια του κ. Αλέξη να μελετήσετε ξανά το γενεαλογικό δέντρο της οικογένειάς του και να συμπληρώσετε δίπλα από κάθε εικόνα το ανάλογο όνομα. Τα ονόματα που σας δίνονται με αλφαβητική σειρά είναι: **Αλέξης, Αναστάσης, Ανδρέας, Γρηγορία, Ελπίδα, Ζωή, Λάζαρος και Σοφία.**

Στη συνέχεια να απαντήσετε στα πιο κάτω ερωτήματα που αναφέρονται στα συμπεράσματα στα οποία έχετε καταλήξει μετά από μελέτη των γενετικών προφίλ 1, 2 και 3 που προήλθαν από την εφαρμογή της μεθόδου αποτυπωμάτων DNA σε συγγενείς και λείψανα αγνοουμένων της Κυπριακής τραγωδίας του 1974.





Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό - Ένθετο



2.3.

Να εξηγήσετε γιατί η διαπίστωση ότι το σκελετικό δείγμα Α παρουσιάζει ανά χρωματοσωματική θέση δύο γονίδια, τα οποία είναι πανομοιότυπα με αυτά που παρατηρούνται στους δύο γονείς (για την ίδια χρωματοσωματική θέση) - ένα στον ένα γονέα (κο Αναστάση) και ένα στον άλλο γονέα (κα Γρηγορία), πείθει τους επιστήμονες ότι το σκελετικό δείγμα Α ανήκει στον αγνοούμενο Ανδρέα.



2.4.

Να εξηγήσετε γιατί η διαπίστωση ότι το σκελετικό δείγμα Α παρουσιάζει τύπο ανδρικού χρωματοσώματος Y πανομοιότυπο με αυτό του κου Αναστάση και του κου Αλέξη πείθει τους επιστήμονες ότι το σκελετικό δείγμα Α ανήκει στον αγνοούμενο Ανδρέα.



2.5.

Να εξηγήσετε γιατί η διαπίστωση ότι το σκελετικό δείγμα Α παρουσιάζει τύπο μιτοχονδριακού DNA πανομοιότυπο με αυτό της κυρίας Γρηγορίας και του κου Αλέξη πείθει τους επιστήμονες ότι το σκελετικό δείγμα Α ανήκει στον αγνοούμενο Ανδρέα.



2.6.

Με βάση τις γενετικές εξετάσεις (μέθοδος αποτυπωμάτων DNA) και τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από την μελέτη και την ηλεκτρονική επεξεργασία των γενετικών προφίλ 1, 2 και 3, στην προηγούμενη δραστηριότητα 2.8.1., οι Βιολόγοι-Γενετιστές του Εργαστηρίου Γενετικής Δικανικής του Ι.Ν.Γ.Κ. κατέληξαν, και με τη βοήθεια που εσείς τους προσφέρατε, στα πιο κάτω συμπεράσματα. Να μελετήσετε τα συμπεράσματα αυτά και να σκεφτείτε πώς αυτά θα σας βοηθήσουν να προχωρήσετε στη σύνταξη μιας έκθεσης για την τύχη του αγνοούμενου Ανδρέα. Την έκθεση αυτή θα την παραδώσετε στην οικογένεια του αγνοούμενου Ανδρέα, μέσω του κύριου Αλέξη.

Αποτελέσματα γενετικών εξετάσεων αποτυπωμάτων DNA και ευπεράσματα που εξάγονται από αυτά όσον αφορά την ταυτοποίηση σκελετικών δειγμάτων με έκοπή την διακρίβωση της τύχης του μικρού αγνοούμενου Ανδρέα

Με βάση τα γενετικά προφίλ του κου Αναστάση, της κας Γρηγορίας και του κου Αλέξη, που προέκυψαν από τις γενετικές εξετάσεις που έγιναν, καθώς και από τη σύγκριση με τα διάφορα γενετικά προφίλ που προήλθαν από σκελετικά δείγματα που έχουμε στη διάθεσή μας, τεκμηριώνονται τα ακόλουθα:

1. Με τη σύγκριση του αυτοσωματικού πυρηνικού γενετικού υλικού της κας Γρηγορίας και του κου Αναστάση με αυτό του σκελετικού δείγματος Α που παραλάβαμε πριν λίγες μέρες, τεκμηριώνεται, χωρίς καμιά αμφιβολία, ότι το σκελετικό δείγμα Α πρέπει να ανήκει στο λείψανο του αγνοούμενου Ανδρέα, παιδιού της κας Γρηγορίας και του κου Αναστάση.
(βλ. ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ 1)
2. Οι εξετάσεις και οι συγκρίσεις που έγιναν στο επίπεδο του ανδρικού χρωματοσώματος Υ, μεταξύ του κου Αναστάση, του κου Αλέξη και του σκελετικού δείγματος Α, δείχνουν να υπάρχει ένας πανομοιότυπος τύπος γενετικού υλικού στο ανδρικό χρωμόσωμα Υ και των τριών αρσενικών ατόμων.
(βλ. ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ 2)
3. Η σύγκριση της αλληλουχίας των βάσεων του μιτοχονδριακού γενετικού υλικού της κας Γρηγορίας με την αλληλουχία των βάσεων του μιτοχονδριακού γενετικού υλικού του σκελετικού δείγματος Α, καταδεικνύει ότι παρουσιάζουν το ίδιο γενετικό προφίλ.
(βλ. ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ 3)
4. Με βάση τις στατιστικές εκτιμήσεις που έγιναν, η βεβαιότητα με την οποία μπορεί να αποδοθεί η ταυτοποίηση του σκελετικού δείγματος Α στον αγνοούμενο Ανδρέα, ξεπερνά το 99,95%.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

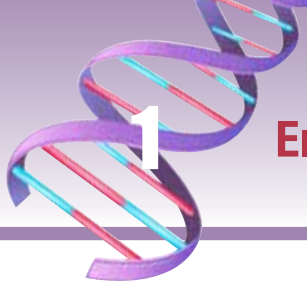
Ποια είναι τελικά η τύχη του αγνοούμενου Ανδρέα;

20'



Με βάση τα αποτελέσματα των γενετικών εξετάσεων της μεθόδου των Αποτυπωμάτων DNA να ετοιμάσετε μια έκθεση την οποία θα δώσετε στον κύριο Αλέξη. Στην έκθεση αυτή να εξηγήσετε στους συγγενείς του αγνοούμενου Ανδρέα, κατά πόσο βρέθηκε σκελετικό δείγμα λειψάνων που ανήκει στον αγνοούμενο Ανδρέα. Να αναφέρετε σε συντομία τα επιστημονικά ευρήματα που οδήγησαν τους επιστήμονες του Ινστιτούτου Νευρολογίας και Γενετικής στο συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο σκελετικό δείγμα ανήκει στον Αγνοούμενο Ανδρέα. Πώς νομίζετε ότι πρέπει να είναι το ύφος και η διατύπωση της έκθεσής σας λαμβάνοντας υπόψη ότι αυτό αποτελεί ένα ευαίσθητο θέμα για την οικογένεια του κου Αλέξη;

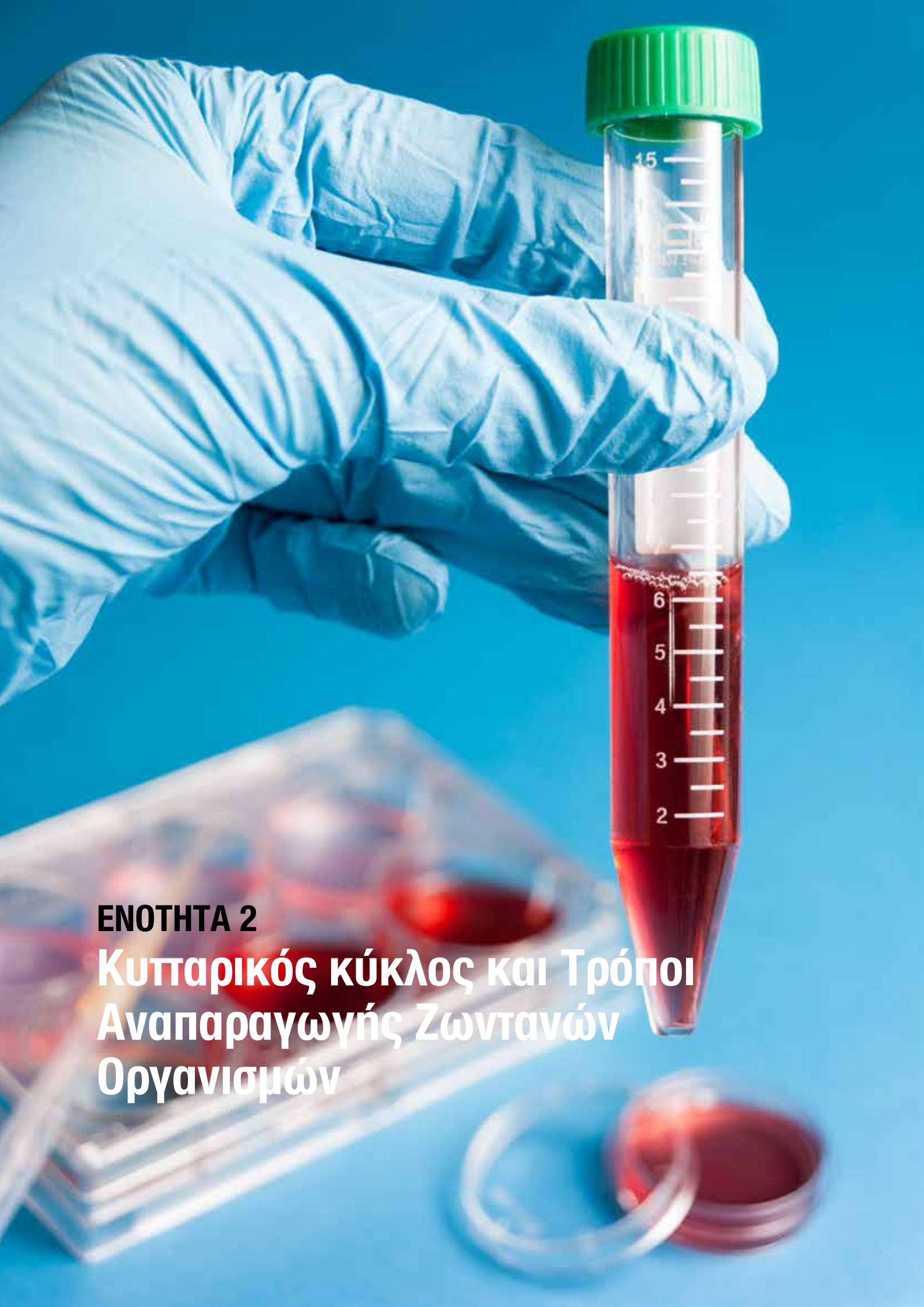
Σημειώσεις



Εισαγωγή στο Γενετικό υλικό - Ένθετο

Σημειώσεις

Σημειώσεις



ΕΝΟΤΗΤΑ 2

Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2.1. Πώς αναπτύχθηκε και μεγάλωσε ο οργανισμός του αγνοούμενου Ανδρέα;



Ας θυμηθούμε ότι:

- Η ζωή κάθε νέου ανθρώπου ξεκινά με τη δημιουργία του ζυγωτού που είναι το πρώτο κύτταρο του σώματος του νέου οργανισμού.
- Το ζυγωτό προέρχεται από την ένωση δύο κυττάρων, του σπερματοζωαρίου του πατέρα και του ωαρίου της μητέρας.
- Κάθε κύτταρο προέρχεται από διαίρεση προηγούμενου κυττάρου (Κυτταρική θεωρία).
- Κάθε ανθρώπινο κύτταρο έχει γενετικό υλικό (DNA) που καθορίζει τα χαρακτηριστικά τόσο του συγκεκριμένου κυττάρου όσο και ολόκληρου του οργανισμού.

Επισκεφθήκαμε το ΙΝΓΚ, όπου είχαμε μια συνάντηση με τον κύριο Αλέξη και με τους ειδικούς Βιολόγους - Γενετιστές του Ινστιτούτου, για να διερευνήσουμε διάφορα ζητήματα που σχετίζονται με τον κύκλο ζωής και το γενετικό υλικό των κυττάρων και να καταλάβουμε πώς αναπτύχθηκε και μεγάλωσε ο οργανισμός του αγνοούμενου Ανδρέα, μέχρι την εξαφάνισή του. Μας εξήγησαν ότι, σε έναν πολυκύτταρο οργανισμό, όπως στο δικό μας, υπάρχουν τρισεκατομμύρια κύτταρα. Αλλά πώς δημιουργούνται όλα αυτά τα κύτταρα σε έναν πολυκύτταρον οργανισμό;

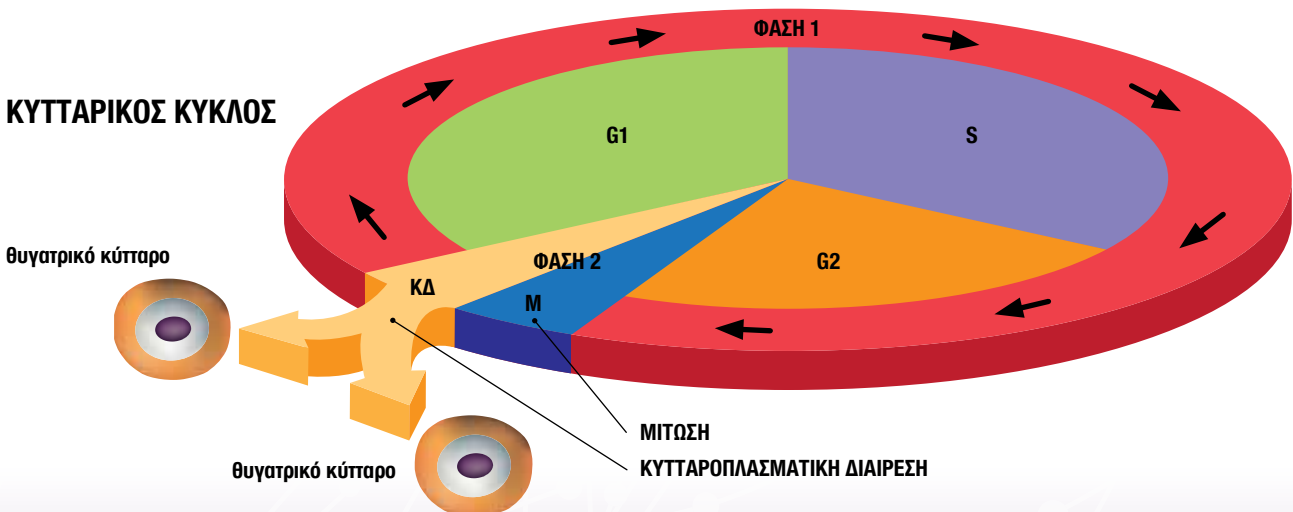
2.1.1. Ο κυτταρικός κύκλος



2.1.1.1. Οι Βιολόγοι του Ινστιτούτου μάς εξήγησαν ότι συνήθως ο ανθρώπινος οργανισμός στον κύκλο ζωής του περνά από διάφορα στάδια όπως η εμβρυϊκή, βρεφική και παιδική ηλικία, η εφηβεία, η ενήλικη ζωή (κατά την οποία δημιουργούνται απόγονοι) τα γηρατειά και ο θάνατος. Μας εξήγησαν ακόμη ότι και το κύτταρο έχει το δικό του κύκλο ζωής (κυτταρικός κύκλος) που περιλαμβάνει δύο **ΦΑΣΕΙΣ** (1 & 2) κάθε μία από τις οποίες έχει τα δικά της **Στάδια**.



ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ





Να παρακολουθήσετε το βίντεο «Κυτταρικός Κύκλος» και να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα με το όνομα της κάθε Φάσης και το σύμβολο κάθε Σταδίου, αξιοποιώντας τις πληροφορίες που σας δίνονται.



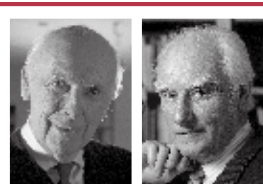
Όνομα Φάσης / Σύμβολο	Κυτταρικός Κύκλος Ζωικού Κυττάρου
	<p>Η Φάση αυτή είναι η μεγαλύτερη σε διάρκεια στον κυτταρικό κύκλο. Είναι η Φάση που το ευκαρυωτικό κύτταρο προετοιμάζεται έντονα με διάφορες διαδικασίες για να διαιρεθεί. Το γενετικό υλικό (DNA), βρίσκεται στον πυρήνα, με τη μορφή λεπτών νηματίων χρωματίνης που δεν διακρίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο. Η Φάση αυτή διακρίνεται σε τρία στάδια: G1, S και G2.</p>
	<p>Το στάδιο αυτό είναι το πρώτο στάδιο της Μεσόφασης. Σε αυτό το στάδιο το κύτταρο πραγματοποιεί τις συνήθεις κυτταρικές του λειτουργίες (π.χ. κυτταρική αναπνοή, πρωτεϊνσύνθεση), αρχίζει να πολλαπλασιάζει τα περισσότερα οργανίδιά του (π.χ. ριβοσώματα, ενδοπλασματικό δίκτυο) και έτσι αρχίζει να αυξάνεται σε μέγεθος.</p>
	<p>Το στάδιο αυτό είναι το δεύτερο στάδιο της Μεσόφασης. Σε αυτό το στάδιο το κύτταρο διπλασιάζει το γενετικό του υλικό (DNA), ενώ συνεχίζει να αυξάνεται.</p>
	<p>Το στάδιο αυτό είναι το τρίτο στάδιο της Μεσόφασης. Σε αυτό το στάδιο το κύτταρο συνεχίζει να αυξάνεται και διπλασιάζει τα μιτοχόνδρια, και το κεντροσώμάτιό του (και τους κλωροπλάστες όσον αφορά το φυτικό κύτταρο).</p>
	<p>Η ΦΑΣΗ κατά την οποία ένα ευκαρυωτικό κύτταρο διαιρείται. Διακρίνεται σε δύο στάδια: τη Μίτωση (ή Μείωση) και την Κυτταροπλασματική Διαίρεση. Είναι η Φάση όπου ο πυρήνας και το κυτταρόπλασμα του κυττάρου διαιρούνται για να παραχθούν νέα θυγατρικά κύτταρα.</p>
	<p>Το στάδιο αυτό είναι το πρώτο στάδιο της Κυτταρικής Διαίρεσης. Σε αυτό το στάδιο διαιρείται το περιεχόμενο του πυρήνα του κυττάρου.</p>
	<p>Το στάδιο αυτό είναι το δεύτερο στάδιο της Κυτταρικής Διαίρεσης. Σε αυτό το στάδιο διαιρείται το κυτταρόπλασμα του κυττάρου με αποτέλεσμα τη δημιουργία δύο θυγατρικών κυττάρων.</p>



2.1.1.2. Να συμπληρώσετε σωστά την πιο κάτω πρόταση:
Το γενετικό υλικό (DNA) διπλασιάζεται στο στάδιο της

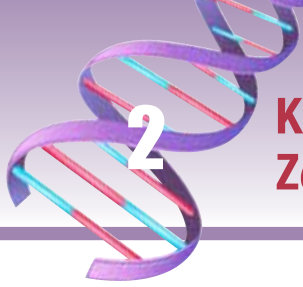


2.1.1.3. Να εξηγήσετε γιατί είναι απαραίτητο να διπλασιαστεί το γενετικό υλικό (DNA) πριν από τη φάση της Κυτταρικής Διαίρεσης;

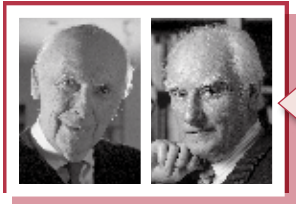


Γνωρίζετε ότι...

Ένας κυτταρικός κύκλος αρχίζει από τη στιγμή της δημιουργίας του κυττάρου, από ένα προηγούμενο μητρικό κύτταρο, και ολοκληρώνεται με τη διαίρεσή του και τη δημιουργία δύο (2) θυγατρικών κυττάρων. Τα θυγατρικά κύτταρα, τώρα ως μητρικά, αρχίζουν με τη σειρά τους ένα νέο κυτταρικό κύκλο.



Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



Γνωρίζετε ότι...

Η διάρκεια ενός κυτταρικού κύκλου διαφέρει από οργανισμό σε οργανισμό και από ένα είδος κυτάρου σε άλλο.

Σε ένα τυπικό ανθρώπινο κύτταρο, με συνολικό χρόνο κυτταρικού κύκλου 24 ώρες, η Μεσόφαση διαρκεί 23 ώρες και η Κυτταρική Διαίρεση διαρκεί περίπου 1 ώρα.

Στους ευκαρυωτικούς μονοκύτταρους οργανισμούς, όπως για παράδειγμα στους ζυμομύκητες, ολόκληρος ο κυτταρικός κύκλος μπορεί να ολοκληρωθεί σε μία (1) μόνο περίπου ώρα.

Ένα θυγατρικό κύτταρο, μετά από ένα αριθμό κυτταρικών διαιρέσεων, μπορεί αντί να προχωρήσει σε ένα νέο κυτταρικό κύκλο, να **διαφοροποιηθεί**. Θα αποκτήσει δηλαδή κάποια εξειδικευμένη νέα δομή που θα το βοηθήσει να επιτελέσει κάποια συγκεκριμένη νέα λειτουργία (π.χ. κύτταρα καρδιάς, πνευμόνων κ.λπ.).

Τα διαφοροποιημένα κύτταρα **συνήθως** σταματούν να διαιρούνται.

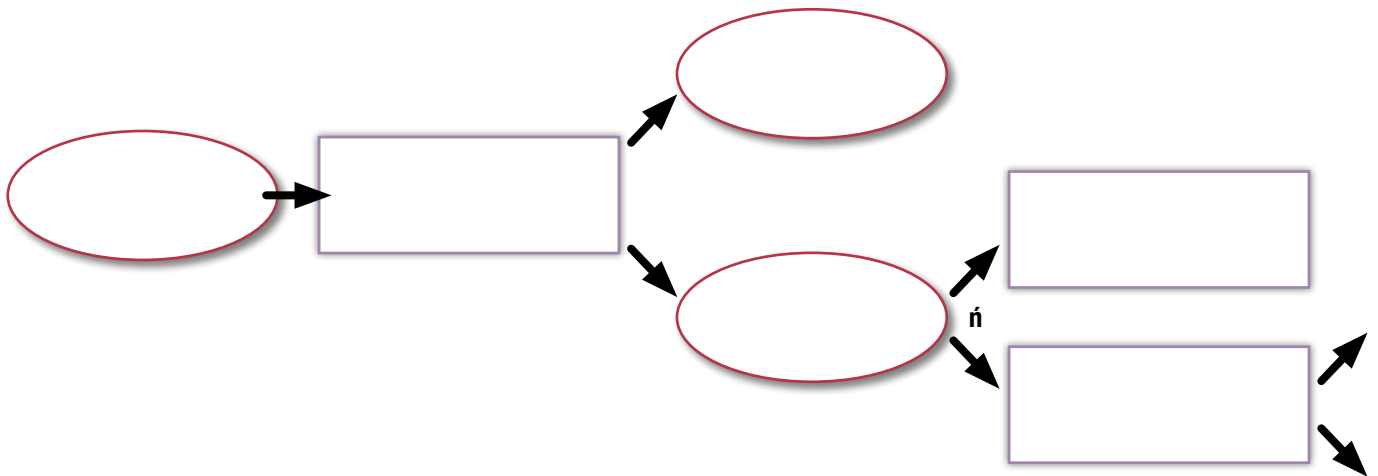
Πώς όμως όλα αυτά ρυθμίζονται σε ένα κύτταρο; Αυτό θα το μελετήσουμε αργότερα.



2.1.1.4. Να συμπληρώσετε το πιο κάτω εννοιολογικό διάγραμμα με βάση τους όρους που σας δίνονται με αλφαβητική σειρά:

Διαφοροποίηση, Θυγατρικό κύτταρο, Κυτταρική διαίρεση, Μητρικό κύτταρο.

Κάθε όρο μπορείτε να τον χρησιμοποιήσετε περισσότερες από μία (1) φορές.



Γνωρίζετε ότι...

Τα βλαστοκύτταρα είναι αδιαφοροποίητα (μη εξειδικευμένα) κύτταρα που έχουν τη δυνατότητα να διαφοροποιηθούν σε κύτταρα διαφόρων ιστών μετά από σειρά κυτταρικών διαιρέσεων. Βλαστοκύτταρα (ή αρχέγονα κύτταρα) υπάρχουν κυρίως στον μυελό των οστών και στο αίμα του ομφάλιου λώρου. Βλαστοκύτταρα ονομάζονται και τα πρώιμα εμβρυϊκά κύτταρα. Τα βλαστοκύτταρα χρησιμοποιούνται στη θεραπεία διαφόρων ασθενειών π.χ. λευχαιμία.



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2.2. Μελετώντας τη Μεσόφαση

40'



Το πιο κάτω σχεδιάγραμμα παρουσιάζει ένα κύτταρο που βρίσκεται στη φάση της Μεσόφασης. Να παρατηρήσετε το παρασκεύασμα που σας δίνεται και να εστιάσετε σε ένα κύτταρο που βρίσκεται σε Μεσόφαση.

Στάδιο	Εικόνα Κυτάρου	Σχεδιάγραμμα
Μεσόφαση		



Να περιγράψετε τη φάση της **ΜΕΣΟΦΑΣΗΣ**.

- Το γενετικό υλικό που βρίσκεται μέσα στον _____ έχει τη μορφή _____
- Στον πυρήνα δεν διακρίνονται _____
- Ο πυρήνας που περιβάλλεται από διπλή _____ μεμβράνη είναι ευδιάκριτος.
- Το κεντροσωμάτιο, το οποίο δεν διακρίνεται στο οπτικό μικροσκόπιο, _____.



2.2.1. Πόσα χρωματοσώματα παρατηρείτε στα κύτταρα που βρίσκονται σε Μεσόφαση;



2.2.2. Να αντιστοιχίσετε το κάθε στάδιο της Μεσόφασης με τις διαδικασίες που συμβαίνουν σε αυτό.

A/A	Στάδιο
1.	G1
2.	S
3.	G2

A/B	Διαδικασίες
A.	Το γενετικό υλικό (DNA) διπλασιάζεται.
B.	Το κύτταρο διπλασιάζει τα μιτοχόνδρια, τους χλωροπλάστες και το κεντροσωμάτιό του.
Γ.	Το κύτταρο αρχίζει να αυξάνεται σε μέγεθος.



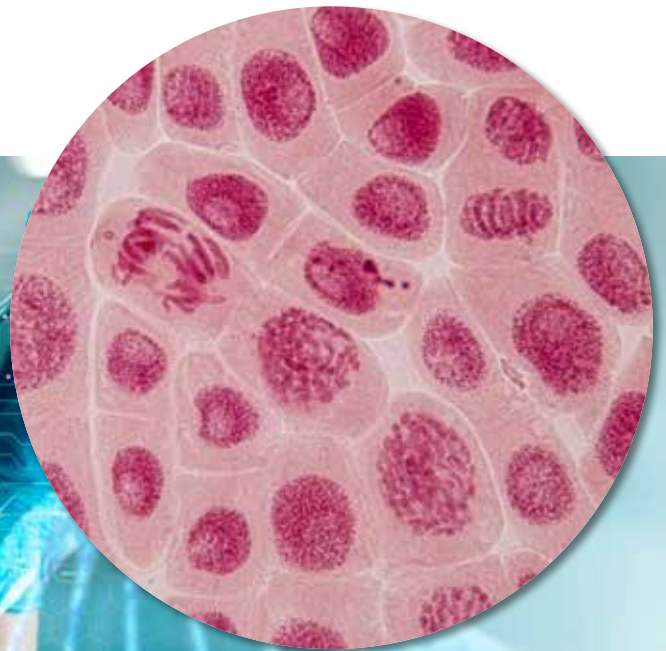
Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



2.2.3. Γιατί πιστεύετε ότι είναι απαραίτητη η πρωτεϊνοσύνθεση προκειμένου να αυξηθεί το μέγεθος του κυττάρου;



2.2.4. Γιατί είναι απαραίτητη η έντονη λειτουργία της κυτταρικής αναπνοής για να μπορεί το κύτταρο να αυξηθεί σε μέγεθος;

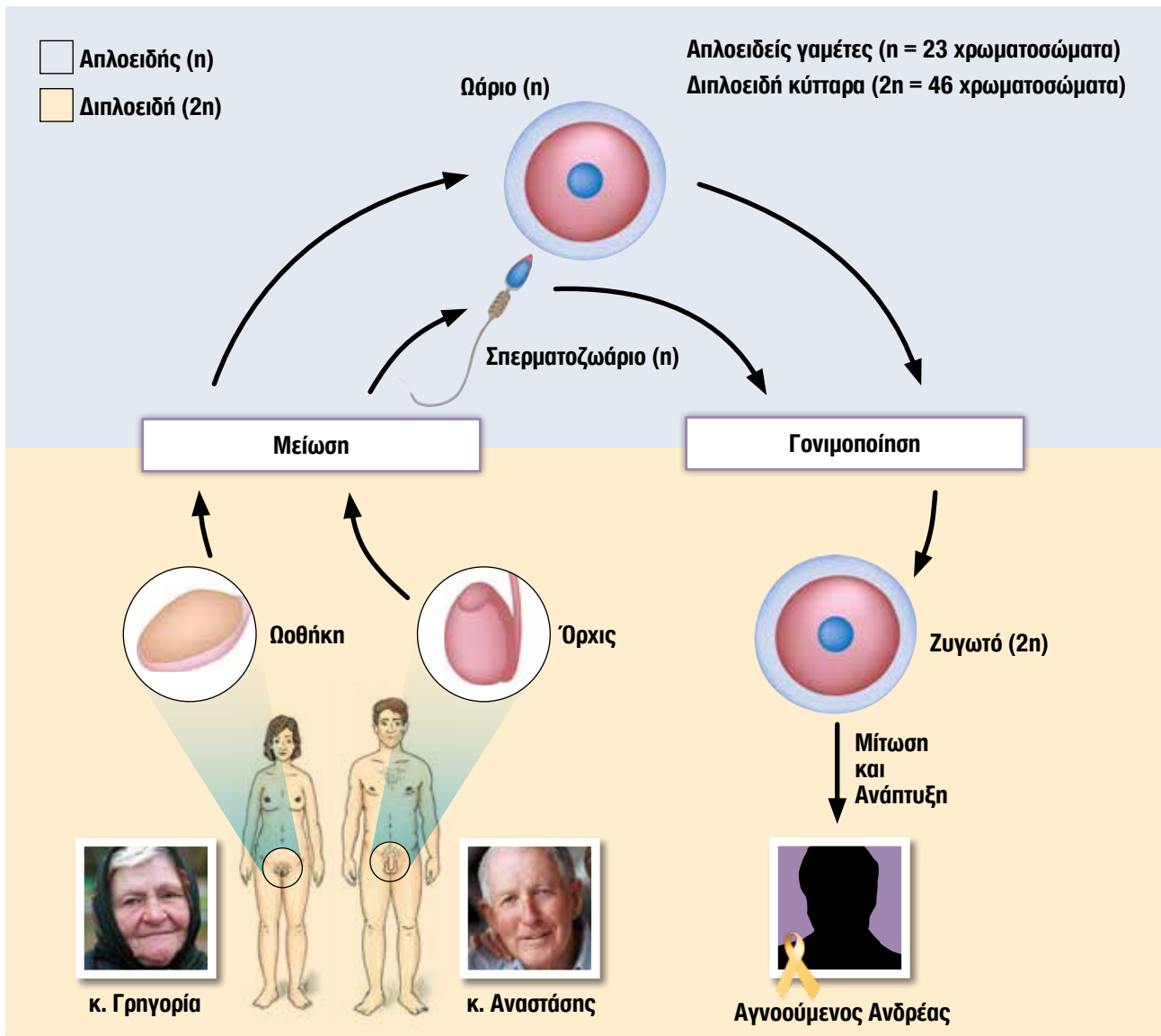


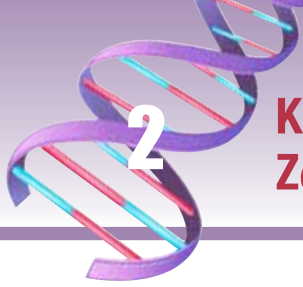
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2.3. Μελετώντας την Κυτταρική Διάρθρωση



Η δημιουργία ενός πολυκύτταρου οργανισμού ξεκινά με την ένωση δύο απλοειδών γεννητικών κυττάρων (γαμετών) με τη διαδικασία της γονιμοποίησης, από την οποία προκύπτει το πρώτο διπλοειδές κύτταρο, το ζυγωτό. Για την ανάπτυξη του οργανισμού, το ζυγωτό κάνει διαδοχικές κυτταρικές διαιρέσεις με ένα είδος κυτταρικής διαίρεσης, τη Μίτωση. Τα νέα διπλοειδή θυγατρικά κύτταρα τα οποία προκύπτουν περιέχουν τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων και τις ίδιες γενετικές πληροφορίες με το αρχικό κύτταρο. Πώς, τότε, από τα διπλοειδή σωματικά κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού δημιουργούνται απλοειδή γεννητικά κύτταρα (γαμέτες);

Αφού παρακολουθήσετε το βίντεο «Κυτταρικός κύκλος» και μελετήσετε το πιο κάτω σχήμα, να απαντήσετε τα ερωτήματα που ακολουθούν:





Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



2.3.1. Να ονομάσετε, με βάση το σχήμα, το είδος της κυτταρικής διαίρεσης με το οποίο προκύπτουν οι γαμέτες των γονέων του αγνοούμενου Αντρέα.



2.3.2. Να γράψετε σε ποια ειδικά όργανα παράγονται οι αρσενικοί και σε ποια οι θηλυκοί γαμέτες.



2.3.3. Το πιο κάτω σχεδιάγραμμα παρουσιάζει τα δύο είδη κυτταρικής (πυρηνικής) διαίρεσης, τη Μίτωση και τη Μείωση. Να συμπληρώσετε κατάλληλα τα κενά στο πιο κάτω σχεδιάγραμμα.

Διπλοειδές κύτταρο (μητρικό) ($2n = 4$)

Αντιγραφή του DNA (Μεσόφαση)

Αντιγραφή του DNA (Μεσόφαση)

Μίτωση

Μείωση I

Συσπείρωση χρωματισσώματων

Συσπείρωση χρωματισσώματων

Ευθυγράμμιση _____ στο μέσο (ισσημερινό) του κυττάρου

Ευθυγράμμιση _____, (τετράδες χρωματίδων) στο μέσο (ισσημερινό) του κυττάρου

Αποχωρισμός _____ κίνηση τους στους αντίθετους πόλους, κυτταροπλασματική διαίρεση

Αποχωρισμός _____ κίνηση τους στους αντίθετους πόλους, κυτταροπλασματική διαίρεση

Θυγατρικά κύτταρα ($2n$)

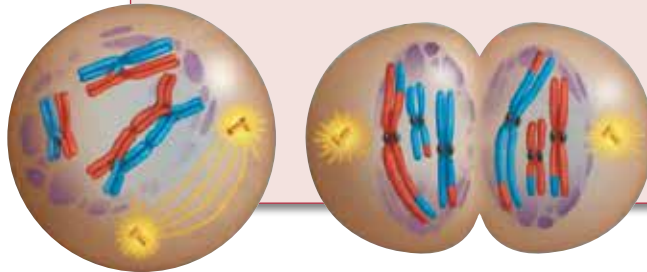
Μείωση II
Θυγατρικά κύτταρα (n)

Αποχωρισμός _____ κίνηση τους στους αντίθετους πόλους, κυτταροπλασματική διαίρεση

Γνωρίζετε ότι...

Κατά τη **Μίτωση** τα χρωματοσώματα συσπειρώνονται και ευθυγραμμίζονται στο ισημερινό επίπεδο του κυττάρου. Το κεντρομερίδιο κάθε χρωματοσώματος διαιρείται και οι δύο αδελφές χρωματίδες αποχωρίζονται και κινούνται η κάθε μία στους αντίθετους πόλους του κυττάρου. Το κυτταρόπλασμα διαιρείται (κυτταροπλασματική διαίρεση) και δημιουργούνται δύο νέα θυγατρικά κύτταρα, όμοια με το μητρικό.

Η **Μείωση** αποτελείται από δύο διαδοχικές πυρηνικές διαιρέσεις. Στη Μείωση I, τα χρωματοσώματα συσπειρώνονται και τα ομόλογα χρωματοσώματα ευθυγραμμίζονται σε ζεύγη το ένα απέναντι από το άλλο στο ισημερινό επίπεδο. Τα ομόλογα χρωματοσώματα κάθε ζεύγους αποχωρίζονται και κινούνται το καθένα προς τους αντίθετους πόλους του κυττάρου. Το κυτταρόπλασμα διαιρείται και προκύπτουν δύο θυγατρικά κύτταρα με τον μισό αριθμό χρωματοσωμάτων σε σχέση με το αρχικό μητρικό κύτταρο. Ακολουθεί η Μείωση II, όπου στο καθένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα οι αδελφές χρωματίδες κάθε χρωματοσώματος αποχωρίζονται και κινούνται η καθεμία προς τους αντίθετους πόλους του κυττάρου. Το κυτταρόπλασμα διαιρείται και τελικά προκύπτουν τέσσερα απλοειδή θυγατρικά κύτταρα όπου το καθένα περιέχει τον μισό αριθμό χρωματοσωμάτων σε σχέση με το μητρικό. Όποτε γίνεται μία Μείωση παράγονται διαφορετικά κάθε φορά γεννητικά κύτταρα (π.χ. σπερματοζώαρια ή ωάρια), λόγω της ανταλλαγής γενετικού υλικού μεταξύ των ομόλογων χρωματοσωμάτων (χιασματυπία), καθώς και της τυχαίας τοποθέτησης των χρωματοσωμάτων (μητρικής και πατρικής προέλευσης) στο ισημερινό επίπεδο κατά τη Μείωση I.



2.3.3.1. Με βάση τα όσα έχετε μελετήσει μέχρι τώρα, να αναφέρετε δύο (2) ομοιότητες μεταξύ Μίτωσης και Μείωσης.

ΟΜΟΙΟΤΗΤΑ 1

ΟΜΟΙΟΤΗΤΑ 2



Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



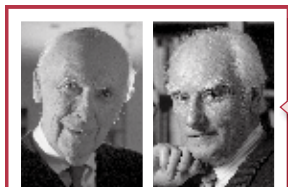
2.3.3.2. Με βάση τα όσα έχετε μελετήσει μέχρι τώρα, να εντοπίσετε διαφορές μεταξύ Μίτωσης και Μείωσης, όσον αφορά κάποια χαρακτηριστικά τους, συμπληρώνοντας τον πιο κάτω πίνακα.

Χαρακτηριστικό	Μίτωση	Μείωση
Είδος μητρικού κυττάρου (διπλοειδές ή απλοειδές)		
Σε ποιο μέρος του πολυκύτταρου οργανισμού πραγματοποιείται		
Αριθμός συνεχόμενων πυρηνικών διαιρέσεων (μία ή δύο)		
Αριθμός θυγατρικών κυττάρων που παράγονται (δύο ή τέσσερα)		
Αριθμός χρωμοσωμάτων στα θυγατρικά κύτταρα (n ή $2n$)		
Σχέση μεταξύ μητρικού και θυγατρικών κυττάρων ως προς τον αριθμό χρωμοσωμάτων		



Ανακοίνωση Αποτελεσμάτων

Γνωρίζετε ότι...



Μίτωση είναι το είδος πυρηνικής διαίρεσης που συμβαίνει σε σωματικά κύτταρα ενός οργανισμού (απλοειδούς ή διπλοειδούς) για την παραγωγή δύο θυγατρικών κυττάρων, όμοιων με το μητρικό ως προς τον αριθμό χρωμοσωμάτων και τις γενετικές πληροφορίες.

Στους πολυκύτταρους οργανισμούς, η αύξηση σε μέγεθος και η ανάπτυξη των οργανισμών, η ανανέωση νεκρών κυττάρων των ιστών όπως για παράδειγμα του δέρματος, καθώς και η επούλωση πληγών απαιτούν πολλαπλασιασμό κυττάρων με μίτωση.

Επίσης, η κυτταρική διαίρεση με μίτωση είναι σημαντική και για την αναπαραγωγή (πολλαπλασιασμό) των μονοκύτταρων ευκαρυωτικών οργανισμών, όπως η αμοιβάδα.

Μείωση είναι το είδος πυρηνικής διαίρεσης που συμβαίνει σε σωματικά κύτταρα, που βρίσκονται στις γονάδες των ανώτερων διπλοειδών οργανισμών, για την παραγωγή των απλοειδών γεννητικών κυττάρων (γαμέτες). Η διαδικασία περιλαμβάνει δύο συνεχόμενες πυρηνικές διαιρέσεις και έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συνήθως τεσσάρων (4) απλοειδών γεννητικών κυττάρων. Οι γονάδες στον άντρα είναι οι όρχις και παράγουν τα σπερματοζώαρια. Οι γονάδες στη γυναίκα είναι οι ωοθήκες και παράγουν τα ωάρια. Με τη γονιμοποίηση του ωαρίου, από το σπερματοζώαριο, δημιουργείται το ζυγωτό που με συνεχόμενες Μιτωτικές διαιρέσεις θα δημιουργήσει τον νέο πολυκύτταρο διπλοειδή οργανισμό.



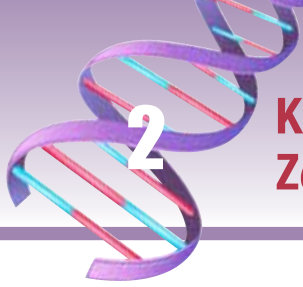
2.3.3.3. Να γράψετε αν οι πιο κάτω δηλώσεις αφορούν στη σημασία της Μίτωσης ή της Μείωσης.

A/A	Δήλωση	Μίτωση / Μείωση
1	Αύξηση ύψους ενός παιδιού.	
2	Δημιουργία ωαρίου για αναπαραγωγή πολυκύτταρου οργανισμού.	
3	Αναπλήρωση νεκρών ή κατεστραμμένων κυττάρων του βλεννογόνου του στομάχου.	
4	Επούλωση πληγών μετά από ένα τραύμα στο πόδι.	
5	Αναπαραγωγή αμοιβάδας.	



2.3.3.4. Με βάση τα όσα έχετε μελετήσει μέχρι τώρα, να εξηγήσετε ποια είναι η σημασία της Μείωσης και της Μίτωσης για τη δημιουργία και την ανάπτυξη του αγνοούμενου Ανδρέα.





Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών

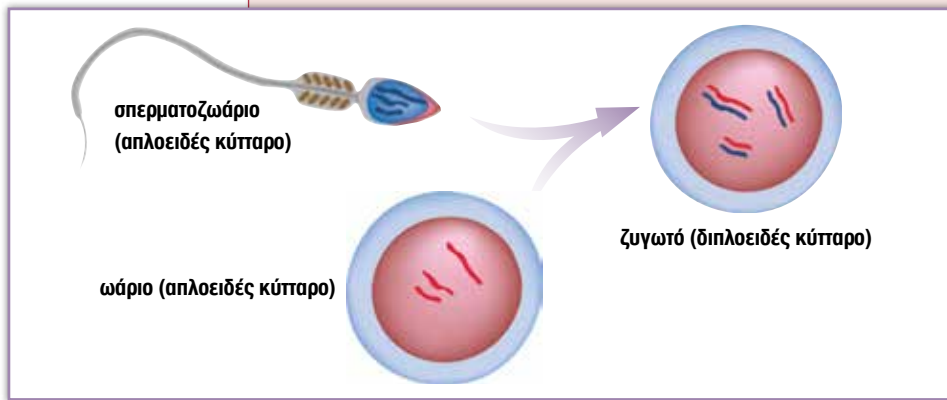
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2.4. Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



Γνωρίζετε ότι...

Στον άνθρωπο, όπως και σε πολλούς άλλους πολυκύτταρους οργανισμούς οι **απόγονοι** προέρχονται από μιτωτικές διαιρέσεις του ζυγωτού. Το ζυγωτό προέρχεται από την ένωση των δύο απλοειδών γαμετών (**γονιμοποίηση** ωαρίου από το σπερματοζωάριο).

Έτσι, στο νέο άτομο, το μισό γενετικό υλικό προέρχεται από το σπερματοζωάριο του πατέρα και το υπόλοιπο μισό από το ωάριο της μητέρας.



Αυτός ο τρόπος παραγωγής απογόνων, μέσω σχηματισμού ειδικών αναπαραγωγικών κυττάρων από διαφορετικά γεννητικά συστήματα (αρσενικό και θηλυκό) που μπορεί να βρίσκονται είτε στο ίδιο άτομο (**ερμαφρόδιτο**) είτε σε διαφορετικά άτομα (**γονοχωριστικά**), ονομάζεται **εγγενής ή αμφιγονική αναπαραγωγή ή αμφιγονία**.

Η αμφιγονία είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος αναπαραγωγής στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς.

Λόγω της γενετικής ποικιλομορφίας των γαμετών, που προκύπτουν με μείωση, και της γονιμοποίησης που ακολουθεί, οι απόγονοι λόγω αμφιγονίας, κληρονομούν ένα μοναδικό συνδυασμό γενετικών χαρακτηριστικών. Έτσι, κάθε άτομο σε ένα πληθυσμό διαφέρει ως προς τα γενετικά χαρακτηριστικά του από όλα τα άλλα άτομα (εκτός από τα μονοζυγωτικά δίδυμα). Αυτή η ποικιλομορφία στα γενετικά χαρακτηριστικά μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους ονομάζεται **γενετική ποικιλότητα** και συμβάλλει θετικά στον αγώνα για επιβίωση ενός πληθυσμού.

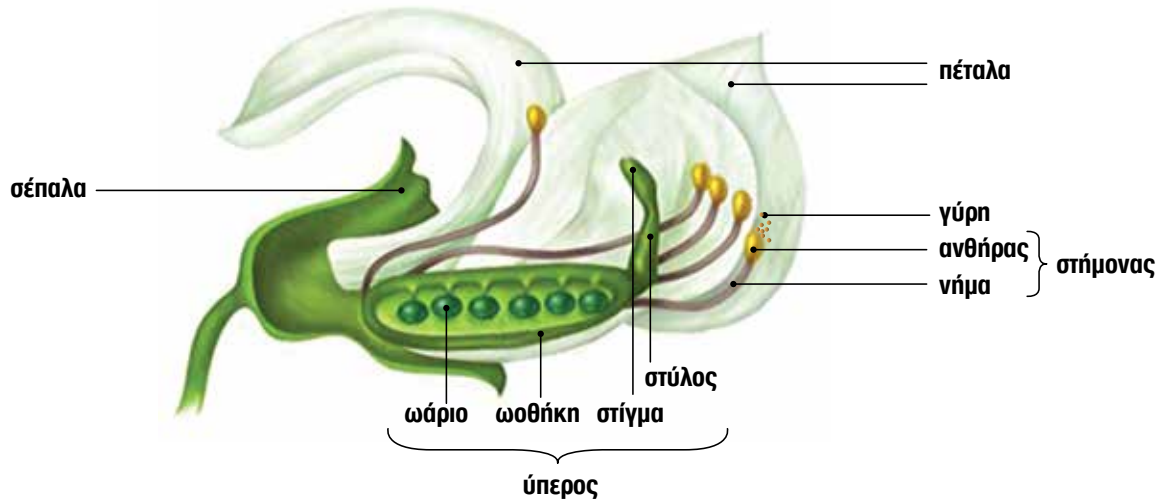


2.4.1. Αν λάβετε υπόψη ότι ζούμε σε ένα περιβάλλον που συνεχώς αλλάζει, η αμφιγονία είναι πλεονέκτημα ή μειονέκτημα για την επιβίωση των οργανισμών και γιατί;



2.4.2. Αμφιγονική αναπαραγωγή στα φυτά

(α) Να μελετήσετε το παρακάτω σχήμα που αφορά στη δομή του άνθους του φυτού της μπιζελιάς (*Pisum sativum*) και να απαντήσετε στα σχετικά ερωτήματα που ακολουθούν.



i. Ποια όργανα και κύτταρα του άνθους συμμετέχουν στην αναπαραγωγή του φυτού;

Αρσενικό γεννητικό όργανο στα φυτά	
Θηλυκό γεννητικό όργανο στο φυτά	
Αρσενικό γεννητικό κύτταρο στα φυτά	
Θηλυκό γεννητικό κύτταρο στα φυτά	

ii. Ποιες κατηγορίες ανθέων υπάρχουν ανάλογα με τα γεννητικά όργανα που έχουν;

Κάποια άνθη έχουν μόνο _____ και ονομάζονται **θηλυκά** άνθη.

Κάποια άνθη έχουν μόνο _____ και ονομάζονται **αρσενικά** άνθη.

Κάποια άνθη έχουν _____ και _____ και ονομάζονται **ερμαφρόδιτα** άνθη.

Σε ποια κατηγορία ανήκει το άνθος της μπιζελιάς: _____

iii. Πώς πιστεύετε ότι επιτυγχάνεται η μεταφορά του αρσενικού γεννητικού κυττάρου στο θηλυκό γεννητικό κύτταρο αφού τα φυτά δεν μπορούν να μετακινηθούν;



Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



(β) Με τη βοήθεια του βίντεο «Η αναπαραγωγή στα φυτά» και της παρακάτω εικόνας να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

Αυτεπικονίαση

Γύρη (αρσενικά γεννητικά κύτταρα)



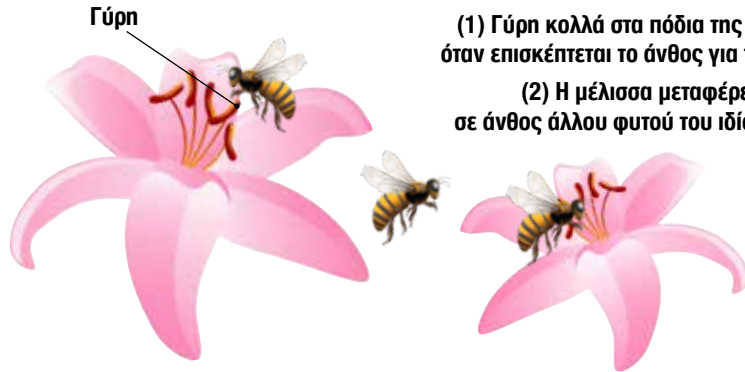
(1) Γύρη από τους ανθήρες των σπημώνων

(2) Γύρη κολλά στο στίγμα του υπέρου του ίδιου του άνθους ή άλλου άνθους του ίδιου φυτού

Διασταυρωτή Επικονίαση

(1) Γύρη κολλά στα πόδια της μέλισσας όταν επισκέπτεται το άνθος για το νέκταρ

(2) Η μέλισσα μεταφέρει τη γύρη σε άνθος άλλου φυτού του ίδιου είδους



(3) Η γύρη από τα πόδια της μέλισσας κολλά στο στίγμα του υπέρου άνθους άλλου φυτού

i. Πώς αντιλαμβάνεστε τον όρο επικονίαση;

Να αναφέρετε δύο (2) τρόπους επικονίασης που βοηθούν στην αναπαραγωγή των φυτών.

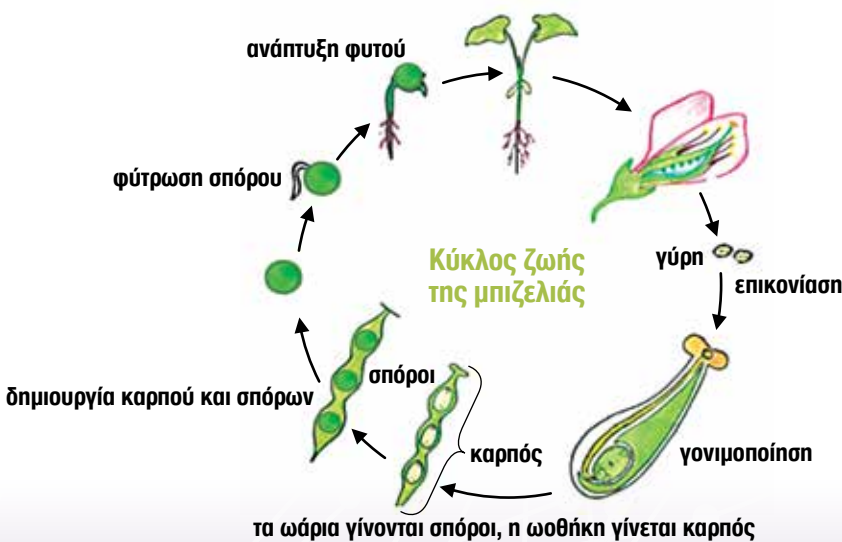
A.

B.

* Η επικονίαση μπορεί να γίνει και με τη βοήθεια του ανέμου και του νερού.



(γ) Με τη βοήθεια του κύκλου ζωής της μπιζελιάς να αναφέρετε ποια στάδια μεσολαβούν από την επικονίαση μέχρι τη δημιουργία του άνθους.



- 1 επικονίαση
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6 ανθοφορία



Πιο κάτω βλέπετε ένα μέρος από την ιστοσελίδα του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών (ΙΓΕ) του Υπουργείου Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος. Στο ΙΓΕ υπάρχει ο ειδικός κλάδος της **Βελτίωσης Φυτών** όπου ειδικοί επιλέγουν και διασταυρώνουν οργανισμούς με διαφορετικά επιθυμητά χαρακτηριστικά, ώστε να παράγουν απογόνους που να συγκεντρώνουν τα συγκεκριμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά και των δύο γονέων. Αυτή η τεχνική ονομάζεται **επιλεκτική αναπαραγωγή** και εφαρμόζεται από τον άνθρωπο, εδώ και χιλιάδες χρόνια, για τη δημιουργία νέων ποικιλιών όχι μόνο στα φυτά αλλά και στα ζώα.



2.4.3. Να αναφέρετε δύο (2) σημαντικά επιθυμητά χαρακτηριστικά που θα θέλατε, ως παραγωγοί, να έχουν οι νέες ποικιλίες φυτών και ζώων που δημιουργεί το ΙΓΕ.



Γνωρίζετε ότι...

Σε πολλούς οργανισμούς (κατώτερα ζώα και φυτά) οι απόγονοι δημιουργούνται χωρίς την εμπλοκή της μείωσης και τη συμμετοχή εξειδικευμένων γαμετών (σπερματοζώαριο, ωάριο), αλλά με δράση της μίτωσης στο σώμα ενός μόνο γονέα.

Έτσι, στο νέο άτομο, το γενετικό υλικό προέρχεται μόνο από ένα γονέα και όλοι οι απόγονοι είναι γενετικά πανομοιότυποι τόσο μεταξύ τους όσο και με τον γονέα. Αυτός ο τρόπος αναπαραγωγής ονομάζεται **αγενής ή μονογονική αναπαραγωγή ή μονογονία**.

Επομένως κατά τη μονογονία, δεν γίνεται ούτε μείωση, ούτε γονιμοποίηση και έτσι οι οργανισμοί που αναπαράγονται με αυτό τον τρόπο δεν καταναλώνουν επιπλέον ενέργεια για να επιτελέσουν τις λειτουργίες αυτές. Επίσης, οι οργανισμοί που αναπαράγονται μονογονικά χρειάζονται λιγότερο χρόνο για να αναπαραχθούν. Επιπλέον, αφού όλοι οι απόγονοι είναι γενετικά πανομοιότυποι μεταξύ τους έχουν βασικά τις ίδιες πιθανότητες να επιβιώσουν ή όχι σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον.

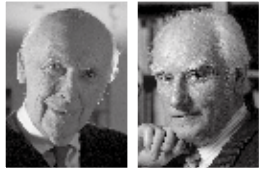


2.4.5. Να αναφέρετε δύο (2) πλεονεκτήματα της μονογονικής αναπαραγωγής.





Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



Γνωρίζετε ότι...

Στη **μονογονία** οι απόγονοι δημιουργούνται είτε με διαίρεση του μητρικού ατόμου (γονέα) είτε με αποκοπή τμημάτων από αυτό. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι **μονογονικής αναπαραγωγής** που βασικά στηρίζονται στη **μίτωση**.

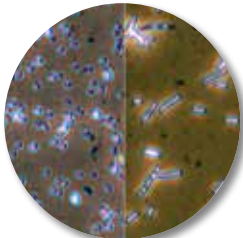
1.



1. Κυτταρική διαίρεση

Το μοναδικό κύτταρο του ευκαρυωτικού οργανισμού διαιρείται μιτωτικά σε δύο θυγατρικά κύτταρα και το καθένα αποτελεί νέο οργανισμό (π.χ. αμοιβάδα, παραμήκιο). Οι μονοκύτταροι προκαρυωτικοί οργανισμοί, όπως τα βακτήρια διαιρούνται με **δικοτόμηση**. Το βακτήριο *E. coli*, που βρίσκεται μέσα στα έντερα του ανθρώπου, μπορεί να αναπαράγεται κάθε 20 λεπτά.

2.



2. Σποριογονία

Γίνονται πολλαπλές διαιρέσεις του πυρήνα πριν από τη διαίρεση του κυτταροπλάσματος. Κάθε σπόριο που δημιουργείται είναι ανθεκτική μορφή που όταν βρεθεί σε κατάλληλες συνθήκες δημιουργεί ένα νέο οργανισμό. Παρατηρείται σε κατώτερους οργανισμούς όπως φύκη, μύκητες και σε αρκετά πρωτόζωα.

3.



3. Εκβλάστηση

Πάνω στο μητρικό σώμα του οργανισμού αναπτύσσεται (εκβλαστά) νέο άτομο που αποκόπεται δημιουργώντας έτσι ένα νέο οργανισμό, όπως για παράδειγμα στην ύδρα, στα κοράλλια κ.ά.

4.



4. Αναγέννηση

Κάθε τμήμα που αποκόπεται από τον μητρικό οργανισμό μπορεί να δημιουργήσει, υπό προϋποθέσεις, ένα νέο άτομο (π.χ. στον αστερία, στους σπόγγους).

5.



5. Μονογονική αναπαραγωγή των φυτών

Γίνεται στα ανώτερα φυτά και περιλαμβάνει την αναπαραγωγή με μοσχεύματα (βασιλικός), βολβούς (κρεμμύδι), κονδύλους (πατάτα), ριζώματα (δυσόσμος), παραφυάδες (μπανανιά) και καταβολάδες (αμπέλι). Η μέθοδος αυτή έχει μεγάλη σημασία στη γεωργία, την ανθοκομία κ.ά..

6. Ιστοκαλλιέργεια

Είναι μια ανθρωπογενής μέθοδος, γιατί κύτταρα φυτικών ιστών που τοποθετούνται σε κατάλληλο θρεπτικό διάλυμα πολλαπλασιάζονται μιτωτικά και δημιουργούν τελικά νέα άτομα πανομοιότυπα με το μητρικό φυτό.

7. Παρθενογένεση

Παρατηρείται δημιουργία νέου ατόμου από μόνο το θηλυκό γαμέτη (το ωάριο), χωρίς να προηγηθεί γονιμοποίηση. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει σε ορισμένα είδη φυτών, σκωλήκων, εντόμων (π.χ. οι κηφίνες στις μέλισσες) κ.ά. Η μέθοδος αυτή θεωρείται ειδική περίπτωση αμφιγονίας.



Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα!



1. Να διαβάσετε τις πιο κάτω δηλώσεις και να γράψετε αν είναι Σωστές (✓) ή Λάθος (X).

A/A	ΔΗΛΩΣΗ	Σωστό (✓) ή Λάθος (X)
1.	Σε ένα κυτταρικό κύκλο έχουμε δύο (2) Φάσεις, τη ΜΕΣΟΦΑΣΗ και την ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ.	
2.	Η ΜΕΣΟΦΑΣΗ διαρκεί περισσότερο από τη ΜΙΤΩΣΗ.	
3.	Η ΜΕΣΟΦΑΣΗ είναι φάση ανάπαυσης του κυτάρου.	
4.	Το γενετικό υλικό (DNA) του πυρήνα διπλασιάζεται κατά το στάδιο S της ΜΕΣΟΦΑΣΗΣ.	



2. Να δώσετε ένα σύντομο ορισμό του **Κυτταρικού Κύκλου**.



3. Τόσο η Μίτωση όσο και η Κυτταροπλασματική Διαίρεση είναι στάδια της **ΚΥΤΤΑΡΙΚΗΣ ΔΙΑΙΡΕΣΗΣ** κατά την οποία ολοκληρώνεται η διαίρεση του κυτάρου.

Να αναφέρετε με δύο (2) λέξεις τον σημαντικό ρόλο κάθε σταδίου στην πραγματοποίηση της κυτταρικής διαίρεσης.

Μίτωση:

(1) _____

(2) _____

Κυτταροπλασματική Διαίρεση:

(1) _____

(2) _____



Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



4. Να διαβάσετε τις πιο κάτω δηλώσεις που αφορούν στη Μίτωση και να γράψετε αν είναι Σωστές (✓) ή Λάθος (X).

Α/Α	ΔΗΛΩΣΗ	ΣΩΣΤΟ () ή ΛΑΘΟΣ ()
1.	Τα κύτταρα που υφίστανται μίτωση είναι πάντα διπλοειδή	
2.	Όλα τα ευκαρυωτικά κύτταρα πραγματοποιούν μίτωση	
3.	Κατά τη διάρκεια μιας μίτωσης γίνεται μία κυτταρική διαίρεση	
4.	Μετά τη μίτωση ενός κυτάρου τα δύο θυγατρικά κύτταρα που θα προκύψουν θα είναι γενετικά πανομοιότυπα με το μητρικό από το οποίο προήλθαν	
5.	Σκοπός της μίτωσης είναι ο ακριβοδίκαιος διαχωρισμός του διπλασιασμένου γενετικού υλικού σε δύο θυγατρικά κύτταρα	
6.	Στα Πρώιστα η μίτωση είναι υπεύθυνη για την αναπαραγωγή αλλά όχι για την αύξηση και ανάπτυξη του σώματος των οργανισμών αυτών	



5. Σε κάθε κύτταρο ανθρώπινου εμβρύου, στο στάδιο G1 της μεσόφασης, υπάρχουν 46 νημάτια χρωματίνης. Να εξηγήσετε πόσα μόρια DNA υπάρχουν σε κάθε κύτταρο ανθρώπινου εμβρύου στο στάδιο G2 της μεσόφασης.



6. Ένας μαθητής, κατά τη συνάντηση στο Ινστιτούτο, υποστήριξε ότι «η Μεσόφαση είναι η φάση του κυτταρικού κύκλου κατά την οποία το κύτταρο “ξεκουράζεται” μέχρι την επόμενη κυτταρική διαίρεση». Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την άποψη του μαθητή; Να υποστηρίξετε την άποψή σας, παραθέτοντας δύο (2) επιχειρήματα, με βάση τις μέχρι τώρα γνώσεις σας.



7. Να αναφέρετε δύο (2) πλεονεκτήματα και δύο (2) μειονεκτήματα της Μονογονίας και της Αμφιγονίας.

ΑΜΦΙΓΟΝΙΑ	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

ΜΟΝΟΓΟΝΙΑ	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ



8. Να εξηγήσετε ποιος από τους δύο τρόπους αναπαραγωγής βοηθά στην προσαρμογή και καλύτερη επιβίωση ενός οργανισμού σε ένα περιβάλλον.



9. Να διαβάσετε τις πιο κάτω δηλώσεις που αφορούν στη Μείωση και να γράψετε αν είναι Σωστές (✓) ή Λάθος (X).

A/A	ΔΗΛΩΣΗ	Σωστό (✓) ή Λάθος (X)
1.	Το αρχικό μητρικό κύτταρο που διαιρείται με Μείωση είναι πάντοτε διπλοειδές.	
2.	Όλα τα σωματικά διπλοειδή κύτταρα στο σώμα μας κάποια στιγμή θα διαιρεθούν με Μείωση.	
3.	Κατά τη διάρκεια μιας Μείωσης πραγματοποιούνται δύο πυρηνικές διαιρέσεις.	
4.	Κατά τη Μείωση από ένα μητρικό κύτταρο παράγονται συνήθως 4 θυγατρικά κύτταρα όμοια με το μητρικό.	
5.	Τα θυγατρικά κύτταρα που παράγονται με τη Μείωση είναι διπλοειδή.	



Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών



Ασκήσεις Εμπλουτισμού - Δημιουργικές Εργασίες!



1. Να γράψετε τους στίχους ενός ποιήματος ή τραγουδιού σχετικά με την Κυτταρική Διαίρεση, στο οποίο να αναφέρονται τα σημαντικά γεγονότα, που συμβαίνουν στη φάση αυτή, καθώς και η σημασία της για τη ζωή.
Μήπως μπορείτε εσείς ή κάποιος από τους συμμαθητές σας να μελοποιήσετε και τους στίχους;



2. Η πιο κάτω εικόνα παρουσιάζει τα χρωματοσώματα ενός διπλοειδούς κυττάρου, που προέρχεται από βιολογικό υλικό που πάρθηκε από τον κ. Αλέξη, όπως αυτά φαίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο (σε μεγέθυνση X 1000).
Να υπολογίσετε, με τη βοήθεια του χάρακά σας και κάνοντας τις απαραίτητες μαθηματικές πράξεις, το πραγματικό μέγεθος του χρωματοσώματος που είναι σημειωμένο με βέλος.

Υπολογισμός Μεγέθους Χρωματοσώματος

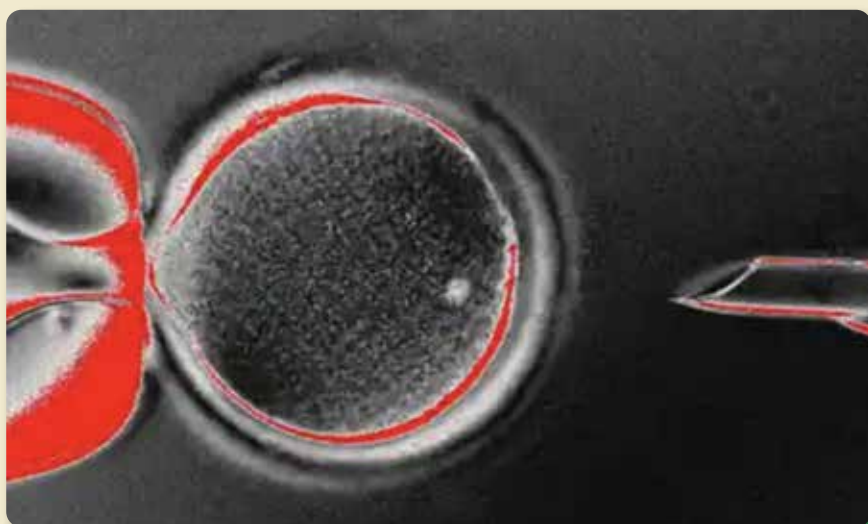




3. Από το 1996 πολλά θηλαστικά έχουν κλωνοποιηθεί από τους Βιολόγους, δηλαδή έχουν δημιουργηθεί απόγονοι, που είναι γενετικά όμοιοι μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας ένα κύτταρο ή ομάδα κυττάρων ενός πολυκύτταρου οργανισμού. Στην εικόνα (διπλανή σελίδα) βλέπετε την Daisy, τη μητέρα του Dot και του Ditto που είναι οι κλώνοι της (δεύτερη φωτογραφία). Αφού κάνετε μια έρευνα στο διαδίκτυο να γράψετε ένα άρθρο υπέρ ή εναντίον της κλωνοποίησης των ζώων.



4. Το 2013 ανακοινώθηκε ότι βιολόγοι ερευνητές κλωνοποίησαν ανθρώπινα έμβρυα για θεραπευτικούς σκοπούς. Να δημιουργήσετε μια παρουσίαση PowerPoint ή ένα βίντεο υπέρ ή εναντίον της κλωνοποίησης των ανθρώπινων εμβρύων.





2

Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών

Σημειώσεις

Σημειώσεις



Κυτταρικός κύκλος και Τρόποι Αναπαραγωγής Ζωντανών Οργανισμών

Σημειώσεις

Σημειώσεις

A photograph of a family of four (father, mother, and two children) lying on their stomachs, smiling. The image is overlaid with a blue molecular structure graphic. The text is positioned in the lower-left area of the image.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3
Εισαγωγή
στην Κληρονομικότητα



Ο κύριος Αναστάσης και η κυρία Γρηγορία, καθώς και ο κύριος Αλέξης και η οικογένειά του, μετά την παραλαβή της έκθεσης που πήραν από το Ινστιτούτο Νευρολογίας και Γενετικής για την ταυτοποίηση των λειψάνων του μέχρι σήμερα αγνοούμενου Ανδρέα, ένοιωσαν αφενός μια τεράστια θλίψη με την επιβεβαίωση του χαμού του αγαπημένου τους ανθρώπου, αλλά και ταυτόχρονα και ανακούφιση, μιας και λυτρώθηκαν από το βασανιστικό ερώτημα που τους ταλάνιζε τόσα χρόνια.

Ο Λάζαρος, ο γιός του κύριου Αλέξη, άφησε τη φαντασία του να ταξιδέψει στο παρελθόν και διερωτήθηκε κατά πόσο ο θείος του ο Ανδρέας ήταν και αυτός φορέας της Μεσογειακής αναιμίας όπως η γιαγιά του, ο πατέρας του και ο ίδιος. Επίσης, ζήτησε να μάθει την ομάδα αίματος τού μέχρι πρόσφατα αγνοούμενου θείου του.



Αποστολή

Αποστολή σας είναι...

Να συνεργαστείτε με τους επιστήμονες του Ινστιτούτου Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου (ΙΝΓΚ) για να διερευνήσετε τις πιθανότητες που υπάρχουν, να υπήρξε ο Ανδρέας, το μέχρι τώρα αγνοούμενο παιδί του κυρίου Αναστάση και της κυρίας Γρηγορίας, και αδελφός του κύριου Αλέξη, φορέας της Μεσογειακής αναιμίας. Επιπλέον, να διερευνήσετε την πιθανή ομάδα αίματος του Ανδρέα.

Συνεργαζόμενοι με τους επιστήμονες του ΙΝΓΚ, θα μπορέσετε να επιτύχετε την αποστολή σας:

1. Μελετώντας τον πρώτο νόμο του Μέντελ: Νόμος της ομοιομορφίας
2. Μελετώντας τον δεύτερο νόμο του Μέντελ: Νόμος του διαχωρισμού
3. Διερευνώντας τον τρόπο κληρονομής της Μεσογειακής Αναιμίας και των ομάδων αίματος.
4. Σχεδιάζοντας το γενεαλογικό δένδρο της οικογένειας του Ανδρέα σε σχέση με την κληρονομση της Μεσογειακής Αναιμίας.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3.1. Πώς μεταβιβάστηκαν τα γενετικά χαρακτηριστικά του κ. Αναστάση και της κας Γρηγορίας στον Ανδρέα;



Βρίσκεστε στο Εργαστήριο Μοριακής Γενετικής της Θαλασσαιμίας του Ινστιτούτου Νευρολογίας & Γενετικής Κύπρου μαζί με τους ειδικούς επιστήμονες που ασχολούνται με τη διάγνωση, έρευνα και θεραπεία της Μεσογειακής Αναιμίας. Θα συνεργαστείτε με κάποιους από τους ειδικούς επιστήμονες του εργαστηρίου αυτού για να μελετήσετε και να αντιληφθείτε τον τρόπο μεταβίβασης των γενετικών χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους. Στη συνέχεια, θα μπορέσετε να διερευνήσετε κατά πόσο ο Ανδρέας, ο μέχρι τώρα αγνοούμενος αδελφός του κύριου Αλέξη, θα μπορούσε να είναι φορέας της Μεσογειακής αναιμίας. Θα μπορέσετε, επίσης, να διερευνήσετε ποια θα μπορούσε να είναι η πιθανή ομάδα αίματός του.

Ο Μέντελ πατέρας της σύγχρονης επιστήμης της Γενετικής

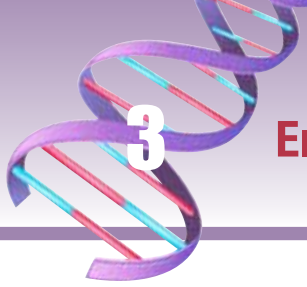
Το ενδιαφέρον των ανθρώπων για την κληρονομικότητα χρονολογείται από την αρχαιότητα. Οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι είχαν διατυπώσει διάφορες θεωρίες για την κληρονομικότητα. Για παράδειγμα, ο Ιπποκράτης πίστευε ότι το σπέρμα ήταν ο φορέας της κληρονομικότητας. Αντίθετα, ο Αριστοτέλης πίστευε ότι οι κληρονομικοί χαρακτήρες στον άνθρωπο προέρχονταν αποκλειστικά από τον πατέρα, ενώ για τη γέννηση ενός κοριτσιού σημαντικό ρόλο είχε και το αίμα της μητέρας. Οι απόψεις του Αριστοτέλη επικράτησαν στις διάφορες επιστημονικές κοινότητες μέχρι τον 17^ο αιώνα.

Κατά την περίοδο, όμως, του 16^{ου} και 17^{ου} αιώνα μια βειρά από ιστορικά, πολιτικά και κοινωνικοοικονομικά γεγονότα οδήγησαν σε μια σημαντικότατη επαναστατική αλλαγή στον τρόπο κατανόησης του άβιου και έμβιου κόσμου. Κατά τη διάρκεια της χρονικής αυτής περιόδου, οι επιστήμες της ζωής είχαν κατακλυθεί από πληθώρα νέων γνώσεων και στοιχείων, γεγονός που επηρέασε σημαντικά τις θεωρίες περί κληρονομικότητας.

Στα 1800 άρχισε να υποστηρίζεται ότι τα χαρακτηριστικά των παιδιών προέρχονταν από την ανάμειξη των χαρακτηριστικών της μητέρας και του πατέρα. Καθοριστικό όμως ρόλο για την ανάπτυξη της γνώσης για την κληρονομικότητα διαδραμάτισε ο Αυστριακός ιερομόναχος και



3.1.1. (α) Γιατί πιστεύετε ότι οι απόψεις του Αριστοτέλη είχαν επικρατήσει στις διάφορες επιστημονικές κοινότητες μέχρι τον 17^ο αιώνα; Ποιοι παράγοντες υπήρξαν καθοριστικοί για την αποδοχή τους για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα;



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα

(β) Ποια ιστορικά και κοινωνικοοικονομικά γεγονότα του 16^{ου} και 17^{ου} αιώνα θεωρείτε ότι επηρέασαν την ανάπτυξη της επιστήμης και γιατί;



3.1.2. Ο Γρέγκορ Γιόχαν Μέντελ και η ιστορία των μπιζελιών...

Η Γενετική είναι ένας πολύ σημαντικός κλάδος της Βιολογίας που ασχολείται με την επιστημονική μελέτη της κληρονομικότητας στους ζωντανούς οργανισμούς. Να παρακολουθείσετε το βίντεο «Εισαγωγή στη Γενετική»



Γρέγκορ Γιόχαν Μέντελ
(Gregor Johan Mendel, 1822-1884)

Ο Γρέγκορ Γιόχαν Μέντελ (Gregor Johan Mendel, 1822-1884) γεννήθηκε το 1822 στην πόλη Χάιντγκεντορφ της τότε Αυστροουγγρικής αυτοκρατορίας.

Από νεαρή ηλικία είχε αναπτύξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον προς τις φυσικές επιστήμες. Το 1843 μόνασε στη μονή του τάχατος των Αυγουστιανών στο Μπρνο της σημερινής Τσεχίας. Το 1847 χειροτονήθηκε ιερέας.

Το 1851 στάλθηκε από τη μονή του στο Πανεπιστήμιο της Βιέννης για σπουδές φυσικής, χημείας, μαθηματικών, ζωολογίας και βοτανικής. Το 1854 επέστρεψε στο Μπρνο και δίδαξε φυσικές επιστήμες στο Γυμνάσιο της πόλης.

Μεταξύ των ετών 1856 και 1863, ο Μέντελ πραγματοποίησε πειράματα με φυτά μπιζελιάς και κατέληξε στην ανακάλυψη και διατύπωση, για πρώτη φορά στη Βιολογία, των νόμων που διέπουν τον τρόπο για την κληρονομική μεταβίβαση των χαρακτήρων από γενιά σε γενιά.



Γνωρίζετε ότι...

Η ικανότητα μεταβίβασης των γενετικών χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους ονομάζεται **Κληρονομικότητα**.

Η επιστήμη που μελετά τους νόμους που διέπουν τον τρόπο μεταβίβασης των γενετικών χαρακτήρων, από τους γονείς στους απογόνους, ονομάζεται **Γενετική**.

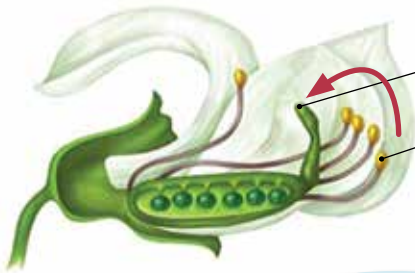


3.1.3. Πειραματικός σχεδιασμός του Μέντελ για τη μελέτη της κληρονομικότητας

Ο Μέντελ διάλεξε για τα πειράματά του ένα φυτό, τη μπιζελιά, που καλλιεργούσε στον κήπο του μοναστηριού όπου ζούσε, στο Μπρνο της σημερινής Τσεχίας.

- (α) Το άνθος της μπιζελιάς σε φυσικές συνθήκες, επειδή τα πέταλα του άνθους παραμένουν κλειστά, αναπαράγεται λόγω αυτεπικονίασης με αυτογονιμοποίηση. Ωστόσο, ο Μέντελ στα πειράματά του ακολούθησε τα πιο κάτω βήματα τεχνητής διασταυρωτής επικονίασης.

Το άνθος της μπιζελιάς σε φυσικές συνθήκες αναπαράγεται με αυτεπικονίαση



Στίγμα του υπέρου από το οποίο εισέρχεται η γύρη μέσα στην ωοθήκη

Ανθήρες των σπημόνων που παράγουν γύρη

Βήματα τεχνητής διασταυρωτής επικονίασης στο άνθος της μπιζελιάς

1 Αφαιρούνται οι στήμονες από ένα μωβ φυτό για να αποφευχθεί η αυτεπικονίαση

2 Γύρη μεταφέρεται τεχνητά από τους ανθήρες των σπημόνων του λευκού άνθους στο στίγμα του υπέρου του μωβ άνθους

3 Γίνεται η γονιμοποίηση

4 Η ωοθήκη μετατρέπεται σε καρπό και τα ωάρια σε σπόρους

5 Οι σπόροι φυτεύονται, φυτρώνουν και δίνουν καινούρια φυτά

6 Ελέγχονται οι απόγονοι για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό που μελετάται

πατρική γενιά (P)

ύπερος

στήμονες

πρώτη θυγατρική γενιά (F1)



(β) Να παρακολουθήσετε το βίντεο «Ο Μέντελ και το φυτό της μπιζελιάς». Στη συνέχεια, με τη βοήθεια των πληροφοριών που σας παρέχει το βίντεο, να γράψετε πέντε λόγους για τους οποίους ο Μέντελ επέλεξε τη μπιζελιά (*Pisum sativum*) ως πειραματικό οργανισμό (οργανισμό - μοντέλο) για τη μελέτη της μεταβίβασης των γενετικών χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους.

1.

2.

3.

4.

5.

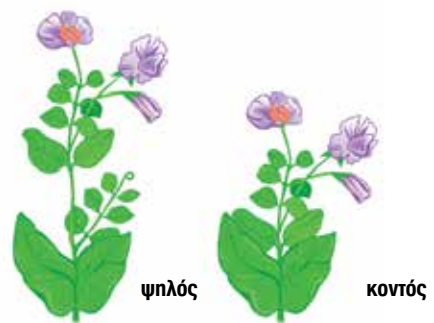


(γ) Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα χαρακτηριστικά του φυτού της μπιζελιάς που ο Μέντελ χρησιμοποίησε να μελετήσει στα πειράματά του. Να μελετήσετε τις πληροφορίες της εικόνας και να υπογραμμίσετε τα επτά διακριτά χαρακτηριστικά της μπιζελιάς που χρησιμοποίησε ο Μέντελ (<http://www.dnaftb.org/1/bio.html>).

1 χρώμα περιβλήματος σπόρου - χρώμα άνθους



6 ύψος βλαστού



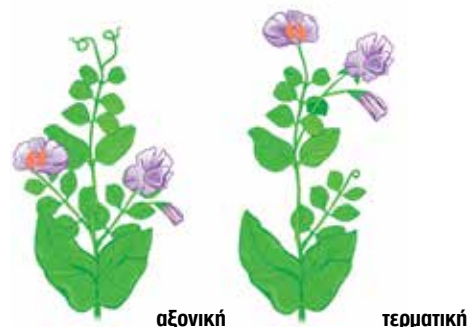
2 χρώμα σπόρου



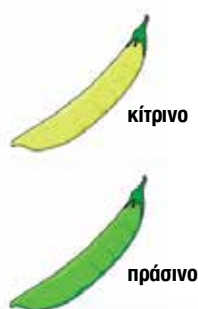
3 σχήμα σπόρου



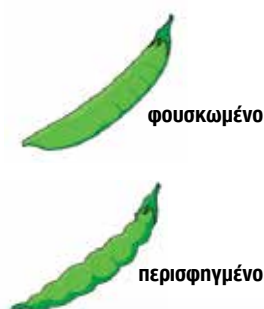
7 θέση ανθέων



4 χρώμα περικαρπίου



5 σχήμα περικαρπίου

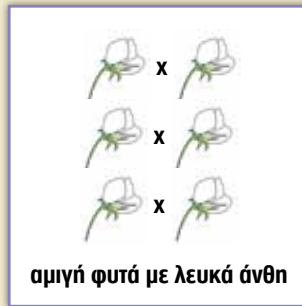
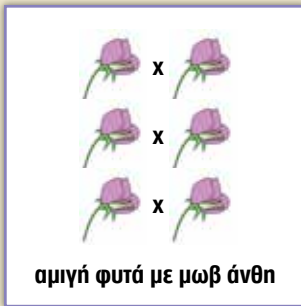


ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3.2. Τα πειράματα και οι νόμοι του Μέντελ για την κληρονομικότητα

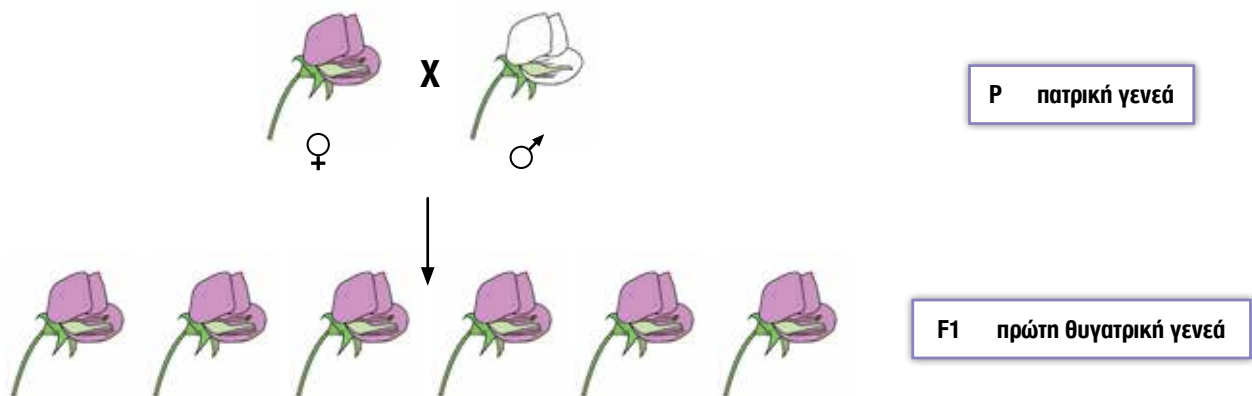


Ο Μέντελ άρχισε τη διεξαγωγή των πειραμάτων του χρησιμοποιώντας αμιγή (καθαρά) στελέχη για κάθε χαρακτηριστικό του φυτού της μπιζελιάς που ήθελε να μελετήσει. Θεώρησε αμιγή στελέχη όσα φυτά, με αυτογονιμοποίηση, έδιναν για πολλές γενιές τον ίδιο χαρακτήρα. Π.χ. φυτά με μωβ άνθη που, με αυτογονιμοποίηση, για πολλές γενιές έδιναν φυτά με μωβ άνθη θεωρήθηκαν αμιγή. Κατά τον ίδιο τρόπο, φυτά με λευκά άνθη που, με αυτογονιμοποίηση*, για πολλές γενιές έδιναν φυτά με λευκά άνθη θεωρήθηκαν αμιγή.

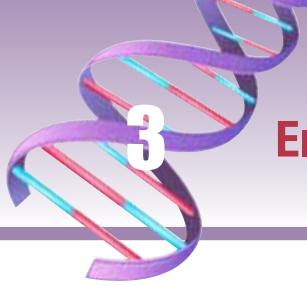
* Στις μπιζελιές που καλλιεργούσε ο Μέντελ τα πέταλα του άνθους παραμένουν κλειστά.



3.2.1. Ο Μέντελ, διερωτήθηκε ποιο θα ήταν το αποτέλεσμα αν διασταύρωνε ένα αμιγές φυτό με μωβ άνθη με ένα αμιγές φυτό με λευκά άνθη (P). Για να απαντήσει το ερώτημα προχώρησε σε διασταύρωση (X), με διασταυρωτή επικονίαση, και στη συνέχεια μελέτησε το χρώμα του άνθους στους απογόνους. Να μελετήσετε τις πιο κάτω εικόνες, α και β, που περιγράφουν τα πειράματα και τα αποτελέσματα του Μέντελ που αφορούν στην κληρονομικότητα του χρώματος του άνθους στη μπιζελιά.



Εικόνα α: Κληρονομικότητα του χρώματος του άνθους της μπιζελιάς, στα άτομα της F1 γενιάς.



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα



Γνωρίζετε ότι...

Ο Μέντελ ήταν ο πρώτος βιολόγος επιστήμονας που χρησιμοποίησε μαθηματικά και στατιστική ανάλυση για να εξηγήσει τα πειραματικά του αποτελέσματα και να εξαγάγει έγκυρα συμπεράσματα.



(α) Ο Μέντελ επανέλαβε πολλές φορές το ίδιο πείραμα (διασταύρωση) και **πάντοτε** έπαιρνε το ίδιο αποτέλεσμα, όσον αφορά το χρώμα του άνθους, στα άτομα της F1. Όλα δηλ. τα άτομα της F1, όσον αφορά το χρώμα του άνθους, ήταν μεταξύ τους ομοιόμορφα (μωβ).

Αφού παρατηρήσετε αυτό το σταθερά επαναλαμβανόμενο αποτέλεσμα στην F1:

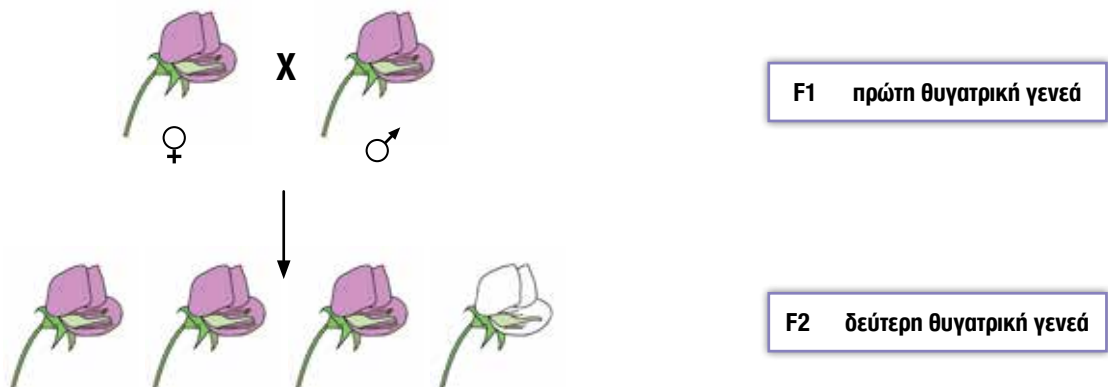
i. Να εξηγήσετε γιατί το αποτέλεσμα αυτό θεωρήθηκε Νόμος (γνωστός ως ο 1^{ος} Νόμος του Μέντελ ή **Νόμος της Ομοιομορφίας**).

ii. Να εξηγήσετε γιατί ο τρόπος με τον οποίο κληρονομείται ο χαρακτήρας «χρώμα άνθους» ονομάστηκε **Επικρατής Κληρονομικότητα**.



(β) Το ερώτημα το οποίο γεννιέται από τα αποτελέσματα στην F1 θυγατρική γενιά ήταν κατά πόσο ο χαρακτήρας «λευκά άνθη», που υπήρχε στην πατρική γενιά (P), εξαφανίστηκε ή συνεχίζει να υπάρχει και απλά παραμένει κρυμμένος στα άτομα της F1 και δεν εκφράζεται.

Για να απαντήσει αυτό το ερώτημα ο Μέντελ προχώρησε σε διασταύρωση των ατόμων της F1 (Εικόνα β).



Εικόνα β: Κληρονομικότητα του χρώματος του άνθους της μιζεζελιάς, στα άτομα της F2 γενεάς.

Ο Μέντελ επανέλαβε πολλές φορές το ίδιο πείραμα (διασταύρωση) και πάντοτε έπαιρνε το ίδιο αποτέλεσμα, όσον αφορά το χρώμα του άνθους, στα άτομα της F2. Δηλαδή για κάθε τρεις (3) απογόνους με μωβ άνθη (75%) επανεμφανιζόταν και ένας (1) απόγονος με λευκά άνθη (25%).

Αφού παρατηρήσετε αυτό το σταθερά επαναλαμβανόμενο αποτέλεσμα στην F2:

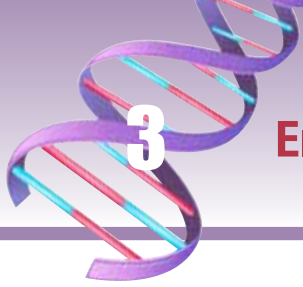
- i. Να εξηγήσετε γιατί το αποτέλεσμα αυτό θεωρήθηκε Νόμος και μάλιστα **Νόμος του Διαχωρισμού**.

- ii. Να εξηγήσετε κατά πόσο ο χαρακτήρας «λευκά άνθη» είχε εξαφανιστεί από τα άτομα της F1 ή απλά παρέμενε κρυμμένος σ'αυτά και δεν εκφραζόταν.



- (γ) Ο Μέντελ έκανε ανάλογες διασταυρώσεις αμιγών στελεχών φυτών και για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά (2-7) της μπιζελιάς (*Pisum sativum*). Να μελετήσετε τον παρακάτω πίνακα, όπου φαίνονται τα αποτελέσματα αυτών των διασταυρώσεων και να σκεφτείτε τη σημασία τους για την επιβεβαίωση των αρχικών αποτελεσμάτων (1) του Μέντελ.

A/A	Χαρακτήρες Γονέων (P)	Άτομα F1	Άτομα F2	Αναλογία F2
1.	Μωβ x λευκό (χρώμα άνθους)	Μωβ (100%)	705 : 224 μωβ : λευκό	3,15 : 1
2.	Στρογγυλό x ρυτιδωμένο (σχήμα σπόρου)	Στρογγυλό (100%)	5474 : 1850 στρογγυλό : ρυτιδωμένο	2,96 : 1
3.	Κίτρινο x πράσινο (χρώμα σπόρου)	Κίτρινο (100%)	6022 : 2001 κίτρινο : πράσινο	3,01 : 1
4.	Κυρτό x οδοντωτό (σχήμα περικαρπίου)	Κυρτό (100%)	882 : 299 κυρτό : οδοντωτό	2,95 : 1
5.	Πράσινο x κίτρινο (χρώμα περικαρπίου)	Πράσινο (100%)	428 : 152 πράσινο : κίτρινο	2,82 : 1
6.	Αξονικό x ακραίο (θέση άνθους)	Αξονικό (100%)	651 : 207 αξονικό : ακραίο	3,14 : 1
7.	Ψηλό x χαμηλό (ύψος φυτού)	Ψηλό (100%)	787 : 277 ψηλό : χαμηλό	2,84 : 1



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα



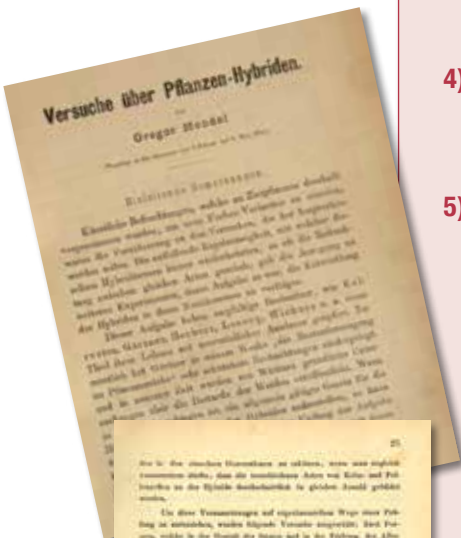
(δ) Με βάση την αρχή της αιτιότητας, ότι δηλ. κάθε τι που συμβαίνει (αποτέλεσμα) οφείλεται σε έναν «παράγοντα» που το προκαλεί (αιτία), ο Μέντελ υπέθεσε πως ο χαρακτήρας «μωβ άνθη» οφείλεται σε ένα άγνωστο «παράγοντα Μ» ενώ ο χαρακτήρας «λευκά άνθη» οφείλεται σε ένα άλλο άγνωστο «παράγοντα μ» που και οι δυο υπάρχουν στο φυτό.

Με βάση αυτή την υπόθεση και με τη βοήθεια της επόμενης σελίδας, που απεικονίζει τις διασταυρώσεις του Μέντελ, να ανακαλύψετε τον τρόπο σκέψης του Μέντελ που τον οδήγησε στα **πιο κάτω πέντε (5) σημαντικά συμπεράσματα**.



Γνωρίζετε ότι...

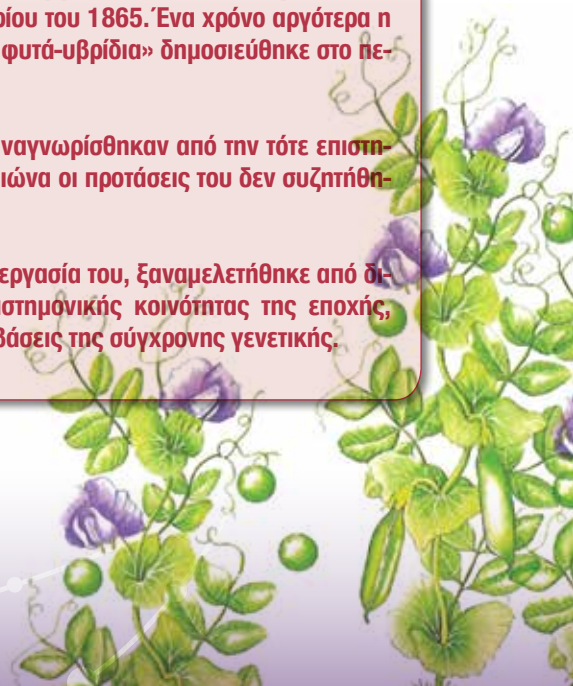
- 1) Κάθε χαρακτήρας (π.χ. χρώμα άνθους) στο άτομο καθορίζεται από την παρουσία τουλάχιστον δύο (2) διακριτών παραγόντων κληρονομικότητας.
- 2) Στους γαμέτες κάθε ατόμου (γυρεόκοκκοι-ωάρια), μεταβιβάζεται για κάθε χαρακτήρα, μόνο ο ένας εκ των δύο παραγόντων κληρονομικότητας που έχει το άτομο.
- 3) Όταν ένα άτομο διαθέτει δύο ανόμοιους παράγοντες κληρονομικότητας, για ένα χαρακτήρα (π.χ. χρώμα άνθους), ο ένας παράγοντας (επικρατής) είναι δυνατόν να επικρατεί πάνω στον άλλο (υπολειπόμενος) (δηλ. $M > \mu$) και να μην επιτρέπει την έκφρασή του (επικρατής κληρονομικότητα), με αποτέλεσμα,
- 4) Κατά τη διασταύρωση αμιγών ατόμων (P), που διαφέρουν σε ένα χαρακτήρα, στην F1 όλοι οι απόγονοι είναι μεταξύ τους ομοιομόρφοι (Νόμος Ομοιομορφίας ή 1ος Νόμος του Μέντελ).
- 5) Κατά τη διασταύρωση των ατόμων της F1, στους απογόνους της F2 επανεμφανίζονται όλοι οι χαρακτήρες των γονέων (P-F1) και διαχωρίζονται (στην F2) με συγκεκριμένη αναλογία (Νόμος Διαχωρισμού ή 2ος Νόμος του Μέντελ).



Ο Μέντελ παρουσίασε τα αποτελέσματα των εργασιών του στην Εταιρεία Φυσικής Ιστορίας του Μπρνο στις 8 Φεβρουαρίου του 1865. Ένα χρόνο αργότερα η εργασία του αυτή με τίτλο «Πειράματα σε φυτά-υβρίδια» δημοσιεύθηκε στο περιοδικό «Χρονικά» της Εταιρείας.

Δυστυχώς, οι εργασίες του Μέντελ δεν αναγνωρίστηκαν από την τότε επιστημονική κοινότητα, και για περίπου μισό αιώνα οι προτάσεις του δεν συζητήθηκαν.

Μετά τον θάνατο του Μέντελ, το 1900, η εργασία του, ξαναμελετήθηκε από διάφορους επιστήμονες της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας της εποχής, αναγνωρίστηκε η αξία της και έθεσε τις βάσεις της σύγχρονης γενετικής.



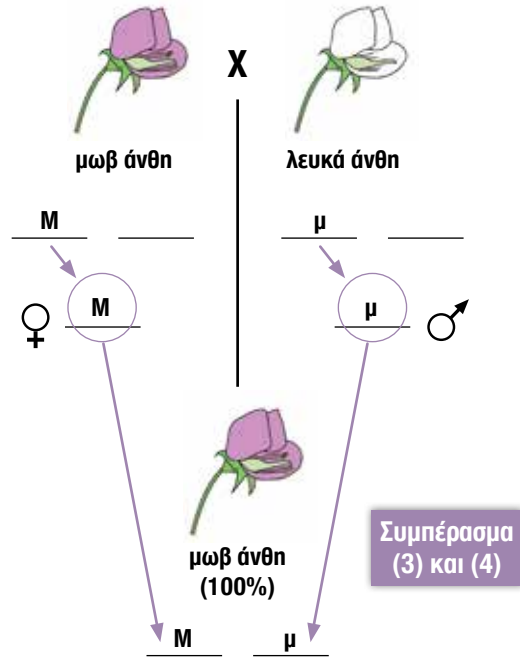
(P) πατρική γενεά

Κληρονομικοί παράγοντες

Γαμέτες

(F1) πρώτη θυγατρική γενεά

Κληρονομικοί παράγοντες



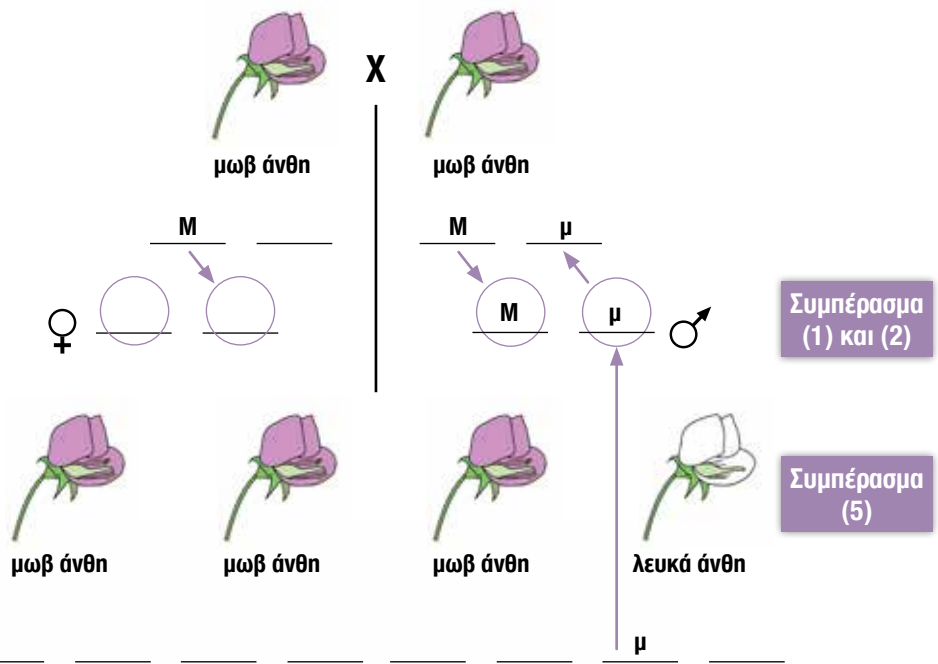
(F1) πρώτη θυγατρική γενεά

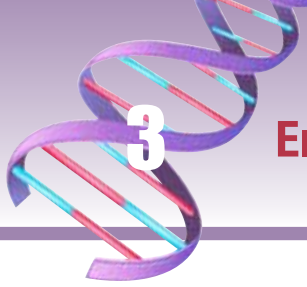
Κληρονομικοί παράγοντες

Γαμέτες

(F2) δεύτερη θυγατρική γενεά

Κληρονομικοί παράγοντες





Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3.3. Τα αποτελέσματα του Μέντελ με σημερινούς όρους γενετικής



Ο Μέντελ στην εργασία του «Πειράματα σε φυτά-υβρίδια» για να ερμηνεύσει τα ευρήματά του θεώρησε ότι τα χαρακτηριστικά των φυτών της μπιζελιάς που διασταύρωνε καθορίζονταν από συγκεκριμένους κληρονομικούς «παράγοντες» που μεταφέρονται από γενιά σε γενιά. Ο Μέντελ παρόλο που δεν γνώριζε ποια είναι η φύση αυτών των «παραγόντων» υπέθεσε την ύπαρξή τους μέσα από τη λογική ανάλυση των αποτελεσμάτων του.

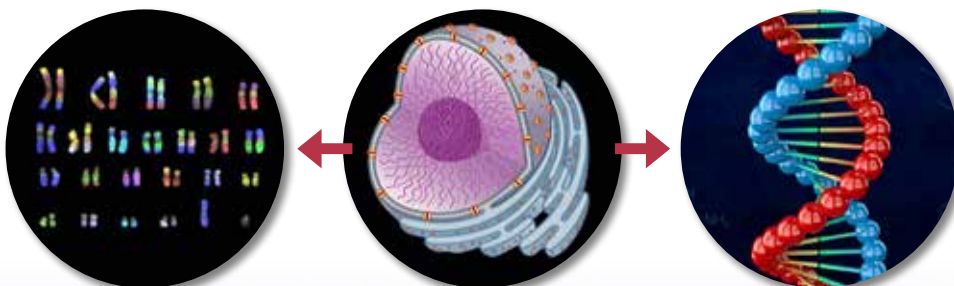
Ο όρος «γονίδιο» (gene) πρωτοδιατυπώθηκε το 1909 από τον γερμανό βοτανολόγο Βίλχελμ Γιόχανσεν (Wilhelm Ludvig Johannsen, Κοπεγχάγη 1857 - 1927) για να περιγραφούν οι «παράγοντες» του Μέντελ. Έναν χρόνο αργότερα, ο Τόμας Μόργκαν (Thomas Morgan, Λέξινγκτον, Κεντάκι 1866 - 1945) κατέδειξε ότι τα γονίδια εντοπίζονται στα χρωματοσώματα. Τέλος, χρειάστηκε να περάσουν πάνω από τρεις δεκαετίες για να γεννηθεί η ιδέα ότι ένα γονίδιο περιέχει την κωδικοποιημένη πληροφορία για τη δημιουργία μιας πρωτεΐνης (από τους George Beadle, 1903 - 1989 και Edward Tatum, 1909 - 1975). Το κλασικό πείραμα των Avery, MacLeod και McCarty (1944) κατέδειξε ότι, από χημικής άποψης, τα γονίδια είναι κατασκευασμένα από DNA.

3.3.1. Ομόλογα χρωματοσώματα - Αλληλόμορφα Γονίδια και Νόμοι του Μέντελ



Ας θυμηθούμε ότι...

- Στον πυρήνα κάθε ευκαρυωτικού κυττάρου υπάρχουν τα νημάτια της χρωματίνης.
- Στους διπλοειδείς οργανισμούς τα νημάτια χρωματίνης, και τα χρωματοσώματα που σχηματίζονται κατά τη κυτταρική διαίρεση, βρίσκονται σε ζεύγη ομολόγων.
- Τα ομόλογα νημάτια χρωματίνης, στο ζυγωτό, και στη συνέχεια σε κάθε μας σωματικό κύτταρο μέσω της μίτωσης, προέρχονται από την ένωση ωαρίου και σπερματοζωαρίου που το καθένα φέρει από μια απλοειδή σειρά νημάτων χρωματίνης.
- Κάθε νημάτιο χρωματίνης αποτελείται από ένα γραμμικό μόριο DNA συσπειρωμένο με τη βοήθεια πρωτεϊνών.
- Κάθε τμήμα του μορίου DNA που έχει δυνατότητα να μεταγράφεται σε RNA ονομάζεται γονίδιο.



- Σε αντίστοιχες θέσεις, στα ομόλογα νημάτια χρωματίνης, βρίσκονται αλληλόμορφα γονίδια, γονίδια δηλ. που ελέγχουν τον ίδιο χαρακτήρα.
- Τα περισσότερα γονίδια περιέχουν πληροφορίες για τη σύνθεση μιας ή περισσότερων πρωτεϊνών που με τη σειρά τους καθορίζουν τους χαρακτήρες ή χαρακτηριστικά μας.
- Το γονίδιο αποτελεί τη στοιχειώδη μονάδα της γενετικής πληροφορίας που μεταβιβάζεται από τους γονείς στα παιδιά τους.

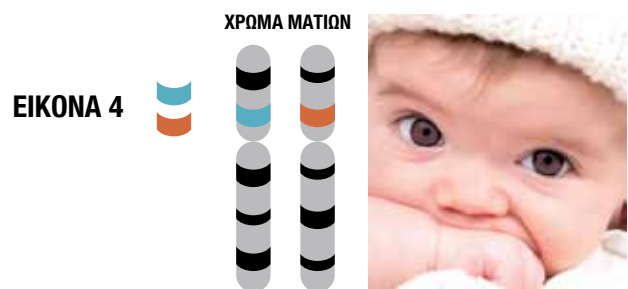
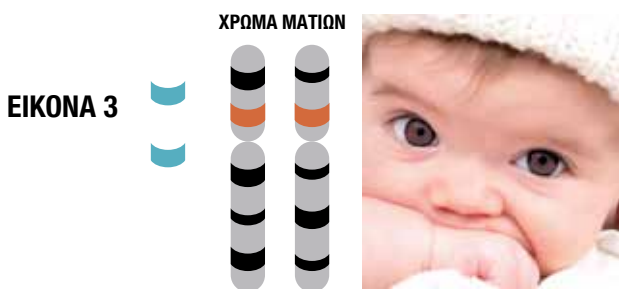
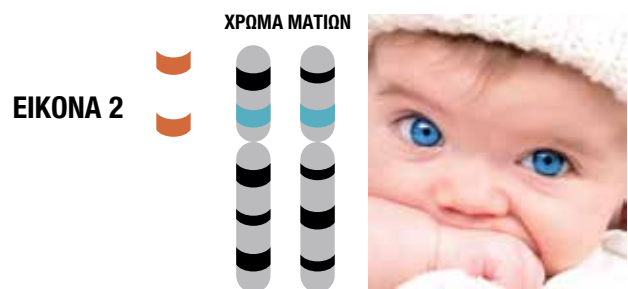
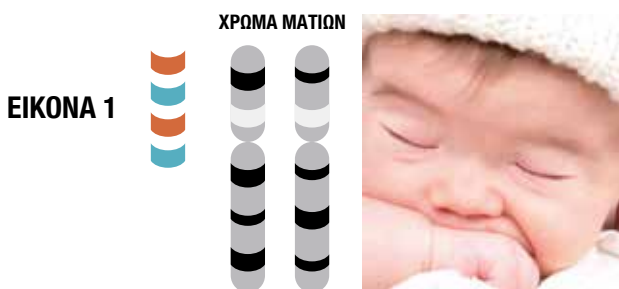


3.3.1.1. Για να μπορέσουμε να διατυπώσουμε τους νόμους του Μέντελ με σημερινούς όρους γενετικής θα πρέπει να πρώτα να μελετήσουμε τη σημερινή σχετική ορολογία.

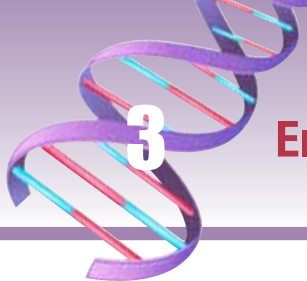
Οι πιο κάτω εικόνες αφορούν σε απλοποιημένα μοντέλα γονιδίων που ελέγχουν το χρώμα των ματιών στον άνθρωπο.

Στην πρώτη εικόνα, τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα των ματιών βρίσκονται δίπλα από το ζεύγος ομολόγων νηματίων χρωματίνης στο οποίο μπορεί να ανήκουν.

Στις υπόλοιπες εικόνες, δύο από τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα των ματιών έχουν τοποθετηθεί πάνω στις κατάλληλες γονιδιακές θέσεις των ομολόγων νηματίων χρωματίνης.



(α) Πόσα γονίδια, τουλάχιστον, είναι απαραίτητα για την έκφραση του χρώματος των ματιών;



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα

(β) Σε ποιες θέσεις, στα ομόλογα νημάτια χρωματίνης, βρίσκονται τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα των ματιών στις εικόνες της προηγούμενης σελίδας;

(γ) Σε πόσες μορφές εμφανίζονται τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα των ματιών στις διπλανές εικόνες;

(δ) Να εξηγήσετε από πού κληρονόμησε τις γενετικές πληροφορίες, για το χρώμα των ματιών του, το πιο πάνω βρέφος.

(ε) Να εξηγήσετε από πού προέρχεται το ζευγάρι των αλληλομόρφων γονιδίων, που ελέγχει το χρώμα των ματιών, στο πιο πάνω βρέφος.



Γνωρίζετε ότι...

- Οι διπλοειδείς οργανισμοί κληρονομούν τις γενετικές πληροφορίες και από τον πατέρα (σπερματοζώαριο) και από τη μητέρα (ωάριο) και έτσι αποκτούν για κάθε χαρακτηριστικό ζευγάρι γονιδίων.
- Δύο γονίδια που βρίσκονται σε αντίστοιχες θέσεις σε ένα ζεύγος ομολόγων νηματίων χρωματίνης και ελέγχουν το ίδιο χαρακτηριστικό ονομάζονται αλληλόμορφα γονίδια.
- Ένα άτομο μπορεί να διαθέτει δύο ίδια ή δύο διαφορετικά αλληλόμορφα γονίδια για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.
- Όταν ένα άτομο διαθέτει δύο ίδια αλληλόμορφα για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, τότε ονομάζεται ομόζυγο άτομο για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.
- Όταν ένα άτομο διαθέτει δύο διαφορετικά αλληλόμορφα για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, τότε ονομάζεται ετερόζυγο άτομο για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.
- Το σύνολο των γονιδίων που ελέγχει όλους τους χαρακτήρες ενός ατόμου (και αυτούς που εκδηλώνονται και αυτούς που δεν εκδηλώνονται) ονομάζεται γονότυπος.
- Το σύνολο των χαρακτήρων που εκδηλώνονται στο άτομο ονομάζονται φαινότυπος.

(στ) Σε ποια/ες από τις εικόνες της προηγούμενης σελίδας μπορεί το βρέφος να χαρακτηριστεί ως ομόζυγο και σε ποια/ες ως ετερόζυγο;

(Ζ) Στην περίπτωση του βρέφους της προηγούμενης σελίδας, να συμβολίσετε με τα κατάλληλα γράμματα το ζεύγος των αλληλομόρφων γονιδίων που ελέγχει το χρώμα των ματιών του.

1. Μπλε χρώμα ματιών:

2. Καφέ χρώμα ματιών:

(η) Πώς θα μπορούσατε να χαρακτηρίσετε το γονίδιο που ελέγχει το καφέ χρώμα των ματιών, σε σχέση με το αλληλόμορφό του που ελέγχει το μπλε χρώμα των ματιών, και γιατί;

















Γνωρίζετε ότι...

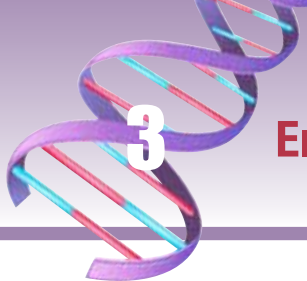
- Το αλληλόμορφο του οποίου η δράση εκδηλώνεται και σε ετερόζυγη κατάσταση, επικαλύπτοντας τη δράση του αλληλομόρφου του, ονομάζεται **επικρατές**.
- Το αλληλόμορφο του οποίου η δράση δεν εκδηλώνεται σε ετερόζυγη κατάσταση ονομάζεται **υπολειπόμενο**.



3.3.2. Με βάση τις πληροφορίες της Δραστηριότητας 3.3.1 και της παρακάτω εικόνας να συμπληρώσετε, στον πίνακα που ακολουθεί, τα επικρατή και υπολειπόμενα γονίδια που ελέγχουν τα διάφορα χαρακτηριστικά στο φυτό της μπιζελιάς. Για τα επικρατή γονίδια να χρησιμοποιήσετε κεφαλαία γράμματα, ενώ για τα υπολειπόμενα τα αντίστοιχα μικρά γράμματα, όπως φαίνεται και στα σχετικά παραδείγματα.

	σχήμα σπόρων	χρώμα σπόρων	χρώμα λουλουδιών	θέση λουλουδιών	σχήμα μπιζελιού	χρώμα μπιζελιού	ύψος φυτού
Μια μορφή του χαρακτηριστικού (επικρατές)	 στρογγυλό (R)	 κίτρινο (Y)	 μωβ	 αξονικά άνθη	 κυρτό	 πράσινο	 ψηλό
Μια δεύτερη μορφή του χαρακτηριστικού (υπολειπόμενου)	 ρυτιδωμένο (r)	 πράσινο (y)	 λευκό	 τελικά άνθη	 οδοντωτό	 κίτρινο	 χαμηλό

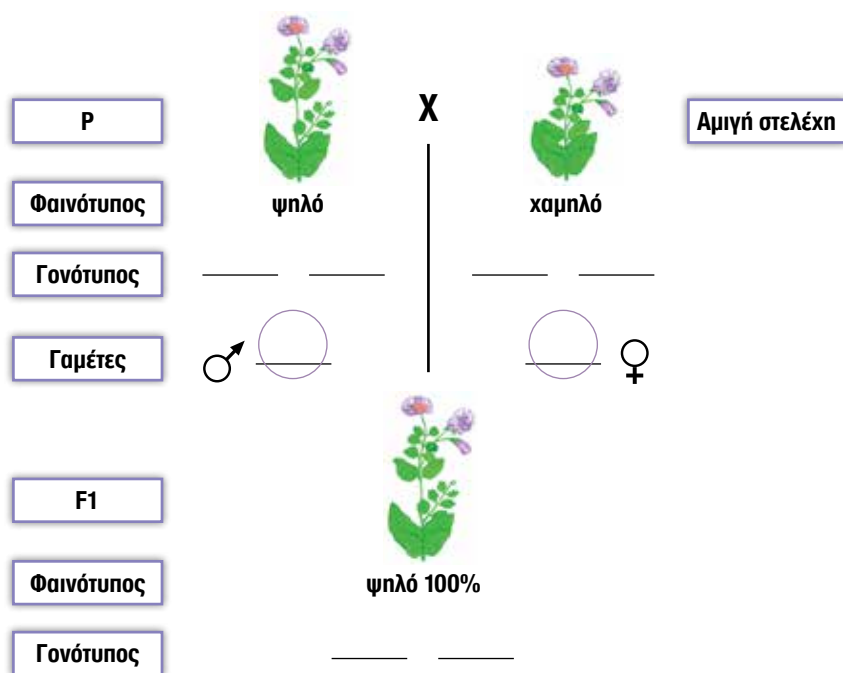
A/A	Σχήμα σπόρων	Χρώμα σπόρων	Χρώμα λουλουδιών	Θέση λουλουδιών	Σχήμα μπιζελιού	Χρώμα μπιζελιού	Ύψος φυτού
Επικρατές γονίδιο	R (round)	Y (yellow)	M (μωβ)				
Υπολειπόμενο γονίδιο	r	y	μ				



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα



3.3.2.1. Να συμπληρώσετε στην πιο κάτω διασταύρωση, που περιγράφει πως κληρονομείται ο χαρακτήρας «ύψος» στη μπιζελιά, τα γονίδια που ελέγχουν τον χαρακτήρα χρησιμοποιώντας τα σύμβολα που έχετε γράψει στον πίνακα της προηγούμενης σελίδας.



(α) Να εξηγήσετε πώς από τη μελέτη της πιο πάνω διασταύρωσης καταλήγεται στα συμπεράσματα του Μέντελ, ότι:

i. ο χαρακτήρας «ύψος» στη μπιζελιά κληρονομείται με επικρατή κληρονομικότητα.

ii. ισχύει ο 1ος Νόμος του Μέντελ ή Νόμος της Ομοιομορφίας.

(β) Αν συναντήσετε τυχαία σε ένα περιβάλλον ένα ψηλό και ένα χαμηλό φυτό μπιζελιάς (*Pisum sativum*) να εξηγήσετε σε ποια συμπεράσματα θα μπορούσατε να καταλήξετε όσον αφορά τον πιθανό γονότυπο των δύο φυτών.



Γονότυπος:

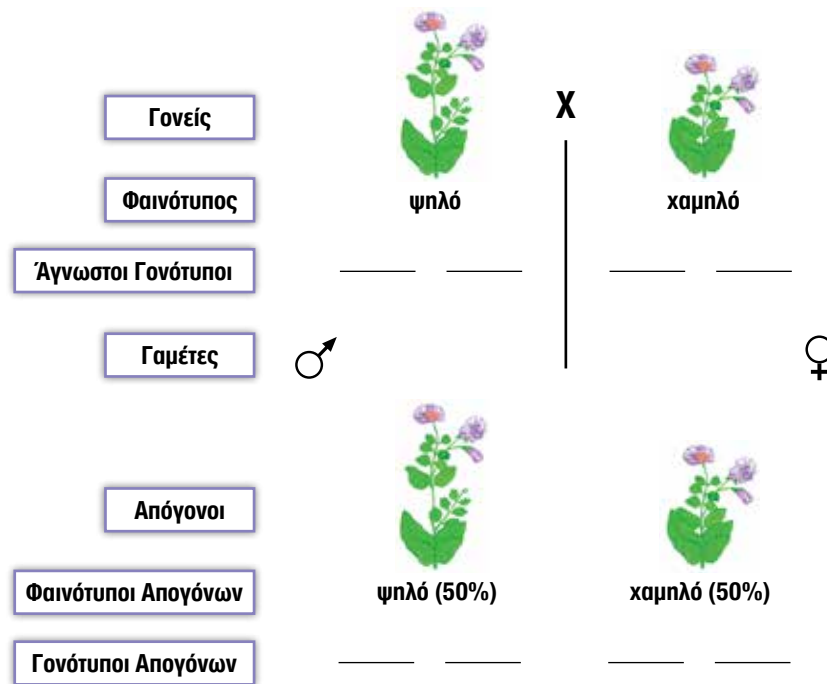
ψηλό



Γονότυπος:

χαμηλό

(γ) Από τη διασταύρωση των δύο πιο πάνω φυτών προέκυψαν τα πιο κάτω αποτελέσματα. Να βρείτε από τα φαινοτυπικά αποτελέσματα τον γονότυπο κάθε φυτού μπιζελιάς.



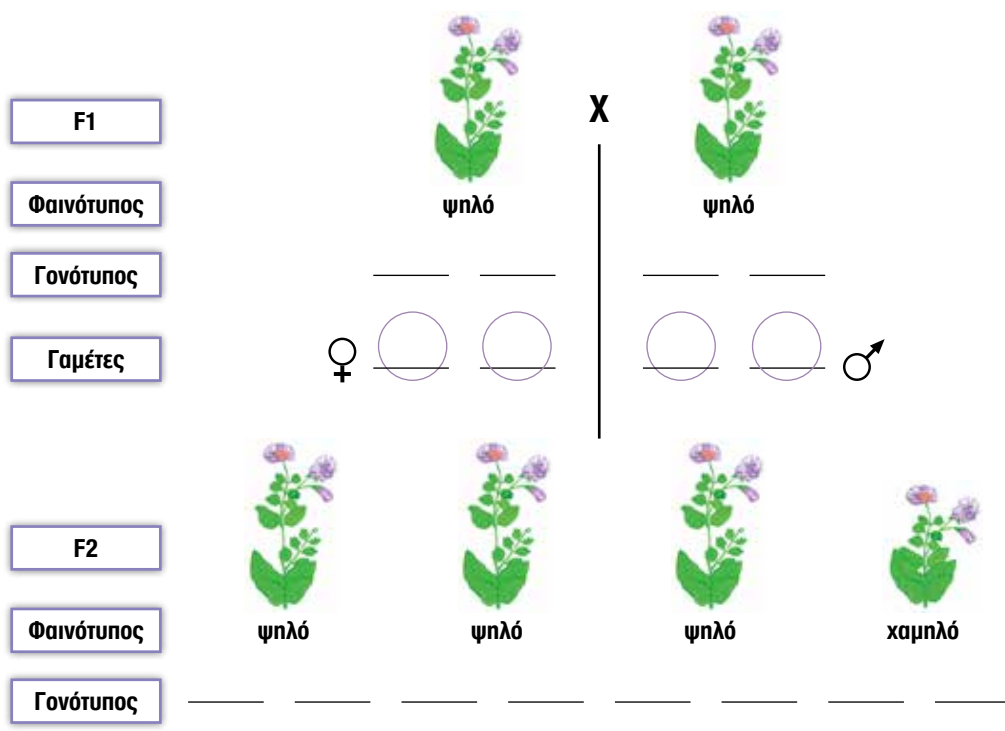
(δ) Αν από τη διασταύρωση μεταξύ ψηλού και χαμηλού φυτού (αμιγή στελέχη) κάποιου άλλου είδους οι απόγονοι ήσαν όλοι χαμηλοί, να εξηγήσετε ποιος είναι ο επικρατής και ποιος ο υπολειπόμενος χαρακτήρας, το ψηλό ή το χαμηλό, και να δώσετε, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα κεφαλαία και μικρά γράμματα, τον γονότυπο των γονέων καθώς και των απογόνων τους.



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα



3.3.2.2. Να εκτελέσετε την πιο κάτω διασταύρωση μεταξύ δύο ψηλών φυτών, της F1 γενιάς στην μιζεγιά, και να συμπληρώσετε τα γονίδια που απουσιάζουν ώστε να δικαιολογούνται τα πιο κάτω αποτελέσματα.



(α) Να εξηγήσετε πώς από τη μελέτη της πιο πάνω διασταύρωσης καταλήγεται στα συμπεράσματα του Μέντελ, ότι:

i. ο χαρακτήρας «ύψος» στην μιζεγιά καθορίζεται από την παρουσία δύο γονιδίων (παραγόντων) σε κάθε άτομο.

ii. ότι στους γαμέτες ενός ατόμου μεταβιβάζεται μόνο ένα(ς) εκ των δύο γονιδίων (παραγόντων) που καθορίζουν τον χαρακτήρα στο άτομο.

- iii. ότι ισχύει ο 2^{ος} Νόμος του Μέντελ ή Νόμος του Διαχωρισμού, σύμφωνα με τον οποίο στους απογόνους της F2 επανεμφανίζονται όλοι οι χαρακτήρες των γονέων (P-F1) και διαχωρίζονται (στην F2) με συγκεκριμένη αναλογία.



Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα!



1. Να μελετήσετε, προσεκτικά, τις πληροφορίες του πιο κάτω πίνακα και να σημειώσετε με ένα ✓ τους παράγοντες εκείνους που, κατά την άποψή σας, συνέβαλλαν στην επιτυχία των πειραμάτων του Μέντελ.

A/A	Παράγοντες	Συμβολή στην επιτυχία των πειραμάτων του Μέντελ
1.	Μελετούσε ένα ή δύο ξεχωριστούς χαρακτήρες του φυτού κάθε φορά	
2.	Μελετούσε το σύνολο των χαρακτήρων του φυτού κάθε φορά	
3.	Ξεκινούσε τα πειράματά του με αμιγή (καθαρά) στελέχη φυτών για τον συγκεκριμένο χαρακτήρα που μελετούσε	
4.	Επαναλάμβανε πολλές φορές ένα πείραμα που έκανε	
5.	Διατηρούσε ημερολόγιο στο οποίο κατέγραφε την πειραματική διαδικασία καθώς και τα αποτελέσματα των πειραμάτων του	
6.	Ανέλυε τα αποτελέσματα των πειραμάτων του στατιστικά και υπολόγιζε τη συχνότητα εκδήλωσης κάθε χαρακτήρα ξεχωριστά.	



2. Έχοντας υπόψη τα πειράματα του Μέντελ για την κληρονομικότητα και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε ο Μέντελ, με βάση τα αποτελέσματα των πειραμάτων του, να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που φαίνονται στην επόμενη σελίδα, αξιοποιώντας κάποιες από τις λέξεις που ακολουθούν, ή σύγχρονους όρους της επιστήμης της γενετικής, που παρατίθενται αλφαβητικά:



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα

αλληλόμορφα, αμιγή, γαμέτες, γονίδια, δεύτερη θυγατρική, διαφορετικοί, επικρατής, ετερόζυγων, μείωση, μίτωση, ομόζυγων, ομοιόμορφοι, πρώτη θυγατρική, 1ος, 2ος, συγκεκριμένη, τυχαία, χαρακτήρας.

- (α) Κάθε _____ (π.χ. ύψος φυτού) στο άτομο καθορίζεται από δύο (2) τουλάχιστον _____ .
- (β) Στους _____ κάθε ατόμου (γυρεόκοκκοι-ωάρια), μεταβιβάζεται για κάθε χαρακτήρα, μόνο το ένα από τα δύο _____ . Αυτό επιτυγχάνεται με τη διαδικασία της κυτταρικής διαίρεσης που ονομάζεται _____ .
- (γ) Όταν ένα άτομο διαθέτει δύο διαφορετικά _____ γονίδια, για έναν _____ (π.χ. χρώμα άνθους), το ένα γονίδιο (επικρατές) είναι δυνατόν να επικρατεί πάνω στον άλλο (υπολειπόμενο) (δηλ. $M > m$) και να μην επιτρέπει την έκφρασή του. Στην περίπτωση αυτή η κληρονομικότητα χαρακτηρίζεται ως _____ .
- (δ) Κατά τη διασταύρωση ατόμων που είναι αμιγή (P), δηλ. _____ ατόμων, και διαφέρουν σε ένα _____, στην _____ γενιά (F1) όλοι οι απόγονοι είναι μεταξύ τους _____ (Νόμος της Ομοιομορφίας ή _____ Νόμος του Μέντελ).
- (ε) Κατά τη διασταύρωση των _____ ατόμων της F1, στους απογόνους της F2 (_____ γενιά) επανεμφανίζονται όλοι οι χαρακτήρες των γονέων (P-F1) και διαχωρίζονται με _____ αναλογία (Νόμος του Διαχωρισμού ή _____ Νόμος του Μέντελ).



3. Οι Νόμοι του Μέντελ για την κληρονομικότητα αποτελούν δύο (2) θεμελιώδεις νόμους της επιστήμης της Βιολογίας.

- (α) Να εξηγήσετε τι σημαίνει η έννοια νόμος στην επιστήμη και γιατί δύο (2) από τα συμπεράσματα του Μέντελ χαρακτηρίστηκαν ως νόμοι.

(β) Να εξηγήσετε τη διαφορά που υπάρχει μεταξύ ενός νόμου και μιας θεωρίας στην επιστήμη.



4. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση στα πιο κάτω ερωτήματα:

(α) Ένα φυτό που έχει γονότυπο Aa, για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό του, μπορεί να δώσει γαμέτες που θα περιέχουν τα ακόλουθα αλληλόμορφα γονίδια:

- i. A
- ii. a
- iii. AA
- iv. aa
- v. A ή a.

(β) Ένα φυτό με κόκκινα άνθη είναι ετερόζυγο και διασταυρώνεται με ένα άλλο φυτό με λευκά άνθη. Ποιο ποσοστό των απογόνων θα έχουν λευκά άνθη αν το κόκκινο χρώμα είναι επικρατές ως προς το λευκό χρώμα;

- i. 100%
- ii. 25%
- iii. 50%
- iv. 75%
- v. 0%.

(γ) Ποιος θα είναι ο αριθμός των χρωματοσωμάτων στα ωάρια ενός φυτού αν ο αριθμός των χρωματοσωμάτων στα κύτταρα του βλαστού του φυτού είναι 20;

- i. 40 χρωματοσώματα
- ii. 20 χρωματοσώματα
- iii. 10 χρωματοσώματα
- iv. 80 χρωματοσώματα
- v. 0 χρωματοσώματα.



5. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις με τις κατάλληλες έννοιες

- (α) Ένα άτομο με διαφορετικά αλληλόμορφα γονίδια για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό χαρακτηρίζεται ως _____ για το χαρακτηριστικό αυτό.
- (β) Το αλληλόμορφο γονίδιο που καλύπτει την έκφραση του δεύτερου αλληλομόρφου χαρακτηρίζεται ως _____, ενώ αυτό που καλύπτεται χαρακτηρίζεται ως _____.
- (γ) Στην περίπτωση που διασταυρώνονται _____ άτομα (πατρική γενεά), τα γεννητικά κύτταρα τα οποία παράγονται είναι όλα του ίδιου είδους και επομένως όλα τα άτομα που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη διασταύρωση είναι όλα μεταξύ τους _____.



6. Ένας καφέ ποντικός διασταυρώνεται πολλές φορές με ένα λευκό ποντικό και οι τριάντα (30) απόγονοί τους είναι όλοι καφέ. Στην περίπτωση που διασταυρωθούν μεταξύ τους δύο από τους καφέ απογόνους, ποιο ποσοστό από τους ποντικούς που θα γεννηθούν περιμένετε να έχει λευκό χρώμα;

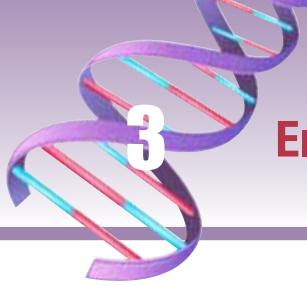
Για να απαντήσετε το ερώτημα αυτό, να κάνετε τις σχετικές διασταυρώσεις με τους κατάλληλους συμβολισμούς των γονιδίων.



7. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΥΠΟΥ PROJECT

Ο Μέντελ μετά την ολοκλήρωση των πειραμάτων το 1865 παρουσίασε τα αποτελέσματά του στην τότε επιστημονική κοινότητα, αλλά αγνοήθηκαν. Ο Μέντελ ξαναδημοσίευσε τα αποτελέσματά του το 1869, αλλά και πάλιν αγνοήθηκαν. Αποκαρδιωμένος εγκατέλειψε για πάντα τα πειράματά του και ασχολήθηκε πλέον αποκλειστικά με τη διοίκηση του μοναστηριού όπου ζούσε.

Να κάνετε μια έρευνα στο διαδίκτυο και να δημιουργήσετε ένα πόστερ, με τίτλο: «Από τα μπιζέλια του Μέντελ μέχρι τη διπλή έλικα των Τζέιμς Γουάτσον και Φράνσις Κρικ», στο οποίο να τοποθετήσετε σε χρονολογική σειρά τις σχετικές επιστημονικές ανακαλύψεις από το 1865 μέχρι το 1953.



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3.4. Κληρονομικότητα στον άνθρωπο και Μεσογειακή αναιμία: Ήταν ο αγνοούμενος Ανδρέας φορέας της Μεσογειακής Αναιμίας;

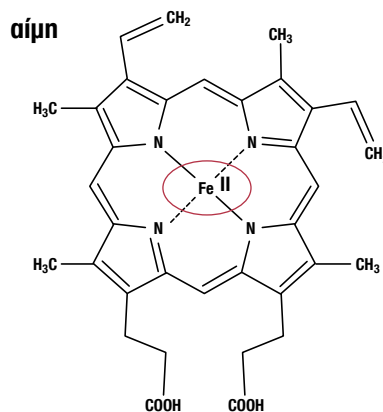
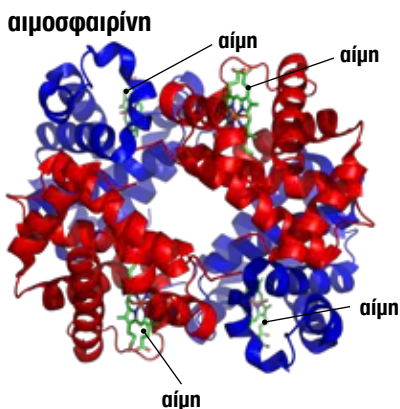


Πολλά χαρακτηριστικά του ανθρώπου ελέγχονται από γονίδια που βρίσκονται στα αυτοσωματικά χρωμοσώματά του. Παραδείγματα τέτοιων γονιδίων είναι τα γονίδια που ελέγχουν το είδος των μαλλιών, το χρώμα των ματιών, την παραγωγή της μελανίνης, την παραγωγή αιμοσφαιρίνης, τις ομάδες αίματος, τον παράγοντα Rhesus κ.λπ. Η μη κανονική παραγωγή αιμοσφαιρίνης στον ανθρώπινο οργανισμό οδηγεί σε ένα είδος ασθενειών που ονομάζονται αιμοσφαιρινοπάθειες. Μια μορφή αιμοσφαιρινοπάθειας αποτελεί και η Μεσογειακή αναιμία, την οποία τα παιδιά κληρονομούν από τους γονείς τους.

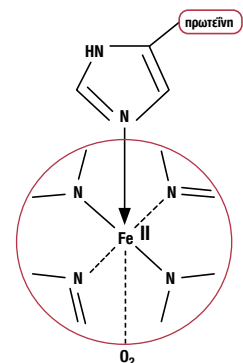
Στο πλαίσιο της δραστηριότητας αυτής, θα προσπαθήσουμε να δώσουμε απαντήσεις στο πώς, ακριβώς, κληρονομούνται τα γονίδια που είναι υπεύθυνα για τη Μεσογειακή αναιμία, και στο κατά πόσο ο αγνοούμενος Ανδρέας υπήρξε φορέας της Μεσογειακής αναιμίας.

3.4.1. Μεσογειακή αναιμία και αιμοσφαιρίνη

Για να μπορέσουμε να απαντήσουμε τα πιο πάνω ερωτήματα, θα πρέπει πρώτα να μελετήσουμε τι ακριβώς είναι η Μεσογειακή Αναιμία. Όπως έχετε ήδη μάθει, τα ερυθρά αιμοσφαίρια του αίματος περιέχουν μια ερυθρή χρωστική ουσία, την αιμοσφαιρίνη, η οποία είναι υπεύθυνη για τη δέσμευση του οξυγόνου από τους πνεύμονες και την αποδέσμευσή του στα κύτταρα αλλά και για τη μερική δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα από τα κύτταρα και την αποδέσμευσή του στους πνεύμονες. Να μελετήσετε τις πληροφορίες που δίνονται στις πιο κάτω εικόνες για την αιμοσφαιρίνη και να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:



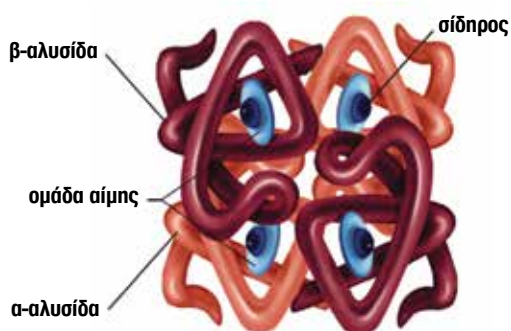
οξυαιμοσφαιρίνη (Hb - O₂)



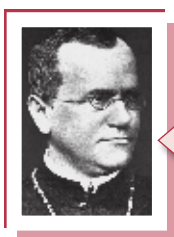
- (α) Το μόριο της αιμοσφαιρίνης (Hb) αποτελείται από δύο ζεύγη διαφορετικών πρωτεϊνικών αλυσίδων και τέσσερα (4) μόρια _____ τα οποία είναι ενωμένα, ανά ένα, σε κάθε _____ αλυσίδα.
- (β) Η αίμν είναι μια σιδηρούχα ουσία. Κάθε μόριο αίμνης περιέχει ένα άτομο _____ .

Στο σίδηρο των μορίων της αίμης δεσμεύεται χαλαρά το _____ για να μεταφερθεί σε όλους τους ιστούς του οργανισμού. Επίσης δεσμεύεται, σε μικρό ποσοστό, και το _____ του _____, για να μεταφερθεί στους πνεύμονες.

αιμοσφαιρίνη Α (Hb A)



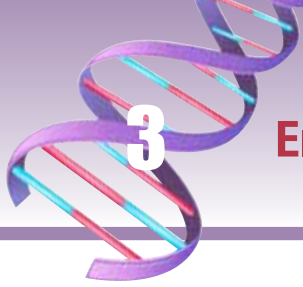
- (γ) Οι πρωτεϊνικές αλυσίδες της αιμοσφαιρίνης είναι τεσσάρων ειδών και χαρακτηρίζονται με τα γράμματα α, β, γ, δ. Στον ενήλικα άνθρωπο η κύρια αιμοσφαιρίνη αποτελείται από ένα ζεύγος αλυσίδων α και ένα ζεύγος αλυσίδων β και χαρακτηρίζεται ως **αιμοσφαιρίνη** _____ .
- (δ) Ο σχηματισμός των πρωτεϊνικών αλυσίδων της αιμοσφαιρίνης ελέγχεται από _____ . Στην περίπτωση μη παραγωγής ή ελαττωμένης παραγωγής των πρωτεϊνικών αλυσίδων της αιμοσφαιρίνης παρατηρείται η πάθηση της **Μεσογειακής Αναιμίας ή Θαλασσαιμίας**.
- (ε) Στην περίπτωση που παρατηρείται στον άνθρωπο μειωμένη ή καθόλου παραγωγή πρωτεϊνικών αλυσίδων α, τότε παρουσιάζεται η **α-Μεσογειακή αναιμία**, ενώ όταν παρατηρείται μειωμένη ή καθόλου παραγωγή πρωτεϊνικών αλυσίδων β, τότε παρουσιάζεται η **β-Μεσογειακή αναιμία ή Αναιμία του Cooley (Cooley's anaemia)**.



Γνωρίζετε ότι...

Η β-Μεσογειακή αναιμία είναι η πλέον διαδεδομένη στην Κύπρο κληρονομική νόσος (16% του πληθυσμού). Η έλλειψη β-αλυσίδων οδηγεί σε μη ικανοποιητική παραγωγή Hb A στα ερυθρά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την πρόωρη συνεχή καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων (αιμολυτική αναιμία) με συνέπεια τη μειωμένη τροφοδοσία των ιστών με οξυγόνο και τη σταδιακή συσσώρευση σιδήρου σε ζωτικά όργανα. Έτσι τα άτομα που πάσχουν από τη νόσο θα πρέπει να υποβάλλονται σε συχνές μεταγγίσεις αίματος και συνεχή απομάκρυνση του σιδήρου από τον οργανισμό τους με τη βοήθεια φαρμακευτικής αγωγής.

Η θαλασσαιμία εντοπίζεται κυρίως σε πληθυσμούς που ζουν σε υγρά κλίματα, όπου εμφανίζεται συχνά και η μολυσματική νόσος της ελονοσίας (μαλάρια). Το παράσιτο, που μεταδίδεται με τσίμπημα κουνουπιού και προκαλεί τη μαλάρια, δε μπορεί να επιβιώσει και να πολλαπλασιαστεί σε παθολογικά ερυθρά και έτσι η θαλασσαιμία «προστατεύει» αυτούς τους πληθυσμούς από την ελονοσία.



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα

3.4.2. Κληρονομικότητα της β-Μεσογειακής Αναιμίας



Για τη σύνθεση της ανθρώπινης φυσιολογικής αιμοσφαιρίνης υπάρχουν δύο γονίδια, που ελέγχουν την παραγωγή των πρωτεϊνικών αλυσίδων β και άλλα τέσσερα γονίδια που ευθύνονται για την παραγωγή των πρωτεϊνικών αλυσίδων α. Για τη μειωμένη ή την καθόλου παραγωγή των αλυσίδων β, υπεύθυνο είναι ένα παθολογικό γονίδιο, το οποίο είναι υπολειπόμενο έναντι του αλληλόμορφου του κανονικού γονιδίου.



3.4.2.1. Αν συμβολίσουμε με θ το φυσιολογικό γονίδιο, για την παραγωγή των πρωτεϊνικών αλυσίδων β της Hb A, και με ϑ το σχετικό παθολογικό γονίδιο για τη β-μεσογειακή αναιμία, να κάνετε τις πιο κάτω διασταυρώσεις και να εξηγήσετε σε κάθε περίπτωση τις πιθανότητες που υπάρχουν να γεννηθεί παιδί με β-μεσογειακή αναιμία ($\vartheta\vartheta$), παιδί φορέας ($\theta\vartheta$) του παθολογικού γονιδίου (ετερόζυγο άτομο της β-μεσογειακής αναιμίας) και παιδί υγιές ($\theta\theta$).

(α) Γονείς: ♂ $\theta\vartheta$ x ♀ $\theta\vartheta$
 Γαμέτες: |
 Παιδιά:

Πιθανότητα να γεννηθεί παιδί με β-μεσογειακή αναιμία: _____
 Πιθανότητα να γεννηθεί παιδί φορέας του παθολογικού γονιδίου: _____
 Πιθανότητα να γεννηθεί υγιές παιδί: _____

(β) Γονείς: ♂ $\theta\vartheta$ x ♀ $\vartheta\vartheta$
 Γαμέτες: |
 Παιδιά:

Πιθανότητα να γεννηθεί παιδί με β-μεσογειακή αναιμία: _____
 Πιθανότητα να γεννηθεί παιδί φορέας του παθολογικού γονιδίου: _____
 Πιθανότητα να γεννηθεί υγιές παιδί: _____

(γ) Γονείς: ♂ $\theta\theta$ x ♀ $\vartheta\vartheta$
 Γαμέτες: |
 Παιδιά:

Πιθανότητα να γεννηθεί παιδί με β-μεσογειακή αναιμία: _____
 Πιθανότητα να γεννηθεί παιδί φορέας του παθολογικού γονιδίου: _____
 Πιθανότητα να γεννηθεί υγιές παιδί: _____

(δ) Γονείς: ♂ $\theta\theta$ x ♀ $\theta\vartheta$
 Γαμέτες: |
 Παιδιά:

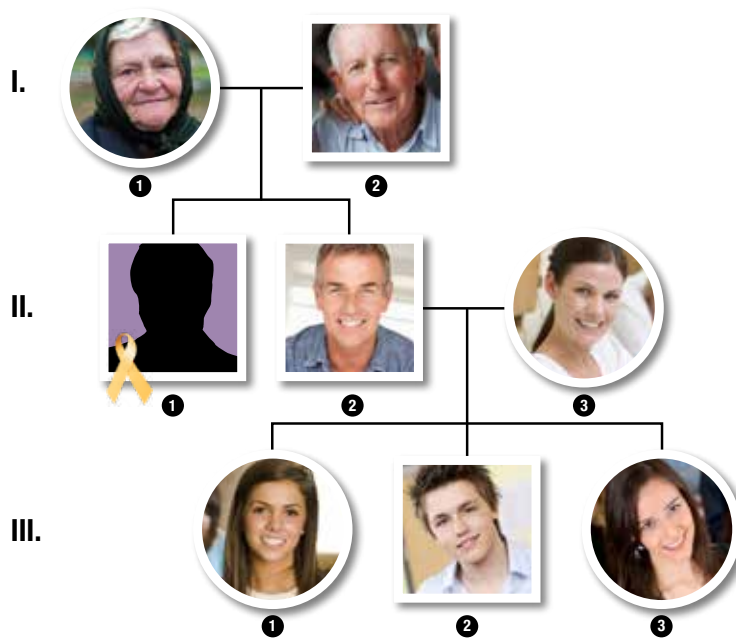
Πιθανότητα να γεννηθεί παιδί με β-μεσογειακή αναιμία: _____
 Πιθανότητα να γεννηθεί παιδί φορέας του παθολογικού γονιδίου: _____
 Πιθανότητα να γεννηθεί υγιές παιδί: _____



3.4.2.2. Με βάση τα όσα έχετε μάθει μέχρι τώρα για την κληρονομικότητα της β-μεσογειακής αναιμίας να συμπληρώσετε, στον πιο κάτω πίνακα, που αφορά στο γενεαλογικό δέντρο της οικογένειας του αγνοούμενου Ανδρέα:

- (α) Τους πιθανούς γονότυπους του κάθε μέλους της οικογένειας του μικρού Ανδρέα καθώς και τους πιθανούς φαινότυπούς τους, που αφορούν στη β-μεσογειακή αναιμία, γνωρίζοντας ότι η κα Γρηγορία, ο κος Αλέξης και ο Λάζαρος είναι φορείς της β μεσογειακής αναιμίας (ετερόζυγα άτομα).
- (β) Τον/τους πιθανό/ους γονότυπο/ους και φαινότυπο/ους του αγνοούμενου Ανδρέα όσον αφορά στη β-μεσογειακή αναιμία.
- (γ) Τις πιθανότητες για κάθε μέλος της οικογένειας να είναι ασθενής ή φορέας της β μεσογειακής αναιμίας.

Σημείωση: Να χρησιμοποιήσετε το γράμμα θ για το φυσιολογικό γονίδιο και το γράμμα ρ για το σχετικό παθολογικό γονίδιο για τη β-μεσογειακή αναιμία



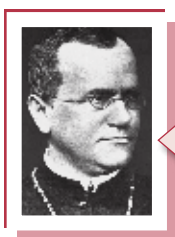
Οικογένεια	Πιθανο/οί Γονότυπος/οι	Πιθανο/οί Φαινότυπος/οι	Φορέας	Ασθενής
κα Γρηγορία			✓	
κος Αναστάσης				
κος Αλέξης			✓	
κα Ζωή				
Αγνοούμενος Ανδρέας				
Ελπίδα				
Λάζαρος			✓	
Σοφία				

Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα

3



3.4.2.3. Με βάση τα δεδομένα της Δραστηρ. 3.4.2.2, να απαντήσετε κατά πόσο υπήρξε ο αγνοούμενος Ανδρέας φορέας της β-μεσογειακής αναιμίας και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



Γνωρίζετε ότι...

Τα ομόζυγα άτομα με β-μεσογειακή αναιμία έχουν σοβαρή έλλειψη ή και πλήρη απουσία της αιμοσφαιρίνης Α από τα ερυθρά τους αιμοσφαίρια. Για αυτό τα ερυθρά τους αιμοσφαίρια είναι παθολογικά και καταστρέφονται πρόωρα (αιμολυτική αναιμία).

Η αντιμετώπιση της β-μεσογειακής αναιμίας γίνεται με μεταγγίσεις αίματος που γίνονται κάθε 4-6 εβδομάδες και με την απαλλαγή, με ειδικά φάρμακα, του πλεονάσματος του σιδήρου που προκύπτει από τις συχνές μεταγγίσεις και τη συνεχή καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων.

Τα παιδιά, που γεννιούνται σήμερα στη Κύπρο με θαλασσαιμία αναμένεται να έχουν σχεδόν φυσιολογική διάρκεια και ποιότητα ζωής, εφόσον υποβάλλονται στη θεραπεία που χρειάζονται και δεδομένου ότι την τηρούν, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές και οδηγίες. Πλήρης ίαση της νόσου επιτυγχάνεται σήμερα με μεταμόσχευση μυελού των οστών συμβατού δότη. Σε προχωρημένα στάδια μελετών βρίσκεται σήμερα και η γονιδιακή θεραπεία που βασίζεται στη διόρθωση των προγονικών αιμοποιητικών κυττάρων του ασθενούς.

Στο άτομο που μένει χωρίς αντιμετώπιση ο μυελός των οστών υπερλειειτουργεί, για τη συνεχή παραγωγή νέων ερυθρών αιμοσφαιρίων, με αποτέλεσμα τη διόγκωσή του. Η διόγκωση αυτή του μυελού προκαλεί παραμόρφωση των οστών. Άλλα συμπτώματα της β-μεσογειακής αναιμίας είναι η έντονη ωχρότητα, ο ελαφρός ίκτερος, η διόγκωση της σπλήνας που προκαλεί διόγκωση της κοιλιάς, η καθυστέρηση στην ανάπτυξη του σώματος, η αδυναμία, η εύκολη κούραση και η ανεπάρκεια της λειτουργίας διαφόρων οργάνων από την κακή οξυγόνωση των ιστών. Η συστηματική ιατρική παρακολούθηση και η αντιμετώπιση της αναιμίας προλαβαίνει τις βαριές εκδηλώσεις των πιο πάνω συμπτωμάτων που οδηγούν τελικά στο θάνατο.



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3.5. Κληρονομικότητα στον άνθρωπο και Ομάδες αίματος: Ποια ήταν η ομάδα αίματος του αγνοούμενου Ανδρέα;

20'



Ένας άλλος κληρονομικός χαρακτήρας που οφείλεται σε γονίδια που βρίσκονται στα αυτοσώματα του ανθρώπου είναι τα **πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια** των ομάδων αίματος. Τα γονίδια αυτά (I^A , I^B και i^o) ελέγχουν την ύπαρξη ή όχι ειδικών πρωτεϊνών (αντιγόνων) που βρίσκονται στη μεμβράνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων και λέγονται **συγκολλητινογόνα**. Τα συγκολλητινογόνα αυτά είναι δύο ειδών, **το συγκολλητινογόνο Α** και **το συγκολλητινογόνο Β**. Η ομάδα αίματος κάθε ατόμου καθορίζεται από την παρουσία ή μη των συγκολλητινογόνων Α και Β στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων. Επομένως δημιουργούνται με τον τρόπο αυτό, ανάλογα με τα συγκολλητινογόνα που υπάρχουν ή όχι στη μεμβράνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων, τέσσερις (4) ομάδες αίματος: **A** ($I^A I^A$ ή $I^A i^o$), **B** ($I^B I^B$ ή $I^B i^o$), **AB** ($I^A I^B$) και **O** ($i^o i^o$). Ανάλογα με την ομάδα αίματος κάθε ατόμου, στο πλάσμα του αίματος κυκλοφορούν και ειδικά αντισώματα, **συγκολλητίνες**, που δεν συγκολλούν τα δικά του συγκολλητινογόνα στα ερυθρά του. Έτσι, για παράδειγμα, άτομο ομάδας αίματος Α έχει στα ερυθρά του συγκολλητινογόνα Α, ενώ στο πλάσμα του αίματός του διαθέτει συγκολλητίνες δηλ. αντισώματα αντι-B (που αναγνωρίζουν συγκολλητινογόνα Β).

Σε λάθος μετάγγιση αίματος (ερυθρών), τα αντισώματα (συγκολλητίνες) του δέκτη αναγνωρίζουν και συγκολλούν τα συγκολλητινογόνα του δότη με κίνδυνο για δημιουργία θρόμβων και πρόκληση σοβαρών και πολλές φορές θανάσιμων επιπλοκών (έμφραγμα μυοκαρδίου, πνευμονική εμβολή κ.λπ.).



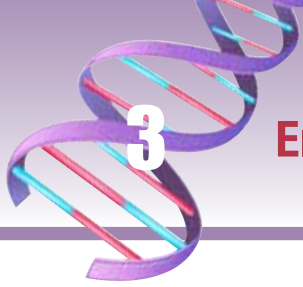
3.5.1. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που αφορά στον καθορισμό των ομάδων αίματος με βάση τα συγκολλητινογόνα που τα άτομα έχουν στην επιφάνεια των ερυθρών αιμοσφαιρίων τους. Επίσης, να καταγράψετε τις συγκολλητίνες που αφορούν στην κάθε ομάδα αίματος.

Ομάδα αίματος	Συγκολλητινογόνα στα ερυθρά αιμοσφαίρια	Συγκολλητίνες στο πλάσμα αίματος	Γονότυπος
A			$I^A I^A$ ή $I^A i^o$
B			$I^B I^B$ ή $I^B i^o$
AB			$I^A I^B$
O	κανένα	αντι-A και αντι-B	$i^o i^o$



Γνωρίζετε ότι...

Στην περίπτωση που, για μια γενετική θέση, τα γονίδια που ελέγχουν κάποιο χαρακτήρα είναι περισσότερα από δύο ονομάζονται **πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια** (π.χ. I^A , I^B και i^o).



Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα



3.5.2. Με βάση τον πίνακα της προηγούμενης σελίδας, να μελετήσετε τους γονότυπους των διαφόρων ομάδων αίματος και να απαντήσετε στα ερωτήματα που ακολουθούν:

- (α) Σε πόσα γονίδια οφείλεται η ύπαρξη ή όχι των συγκολλητινογόνων των ομάδων αίματος; Να ονομάσετε τα σχετικά γονίδια. _____ .
- (β) Ποιο γονίδιο ελέγχει τη σύνθεση του συγκολλητινογόνου A; _____ .
- (γ) Ποιο γονίδιο ελέγχει τη σύνθεση του συγκολλητινογόνου B; _____ .
- (δ) Ποιο γονίδιο ελέγχει τη μη σύνθεση κάποιου συγκολλητινογόνου; _____ .



3.5.3. Να κάνετε τις τέσσερις πιο κάτω διασταυρώσεις που αφορούν στις ομάδες αίματος. Γνωρίζοντας ότι οι γονείς του αγνοούμενου Ανδρέα ήταν ετερόζυγα άτομα ως προς την ομάδα αίματος, και ο ένας ανήκε στην ομάδα αίματος A και ο άλλος στην ομάδα αίματος B, να γράψετε ποια διασταύρωση από τις πιο κάτω τους αφορά και τις πιθανότητες που είχε ο Ανδρέας να ανήκε στην ομάδα αίματος A, B, AB και O. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(α) Γονείς: ♂ I^AI^A × ♀ I^BI^B

Γαμέτες: |

Παιδιά:

(β) Γονείς: ♂ I^AI^A × ♀ I^Bi^o

Γαμέτες: |

Παιδιά:

(γ) Γονείς: ♂ I^Ai^o × ♀ I^BI^B

Γαμέτες: |

Παιδιά:

(δ) Γονείς: ♂ I^Ai^o × ♀ I^Bi^o

Γαμέτες: |

Παιδιά:

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3.6. Κληρονομικότητα στον άνθρωπο και παράγοντας Ρέζους (Rhesus): Είχε ο αγνοούμενος Ανδρέας τον παράγοντα Rhesus;



Εκτός από τις ομάδες αίματος, για τον χαρακτηρισμό και την ταξινόμηση του αίματος ενός ατόμου, λαμβάνεται υπόψη και ένας άλλος παράγοντας, ο **παράγοντας Ρέζους (Rhesus)**, που είναι μια πρωτεΐνη (αντιγόνο) που μπορεί να υπάρχει ή όχι στην επιφάνεια των ερυθρών αιμοσφαιρίων ενός ατόμου.

Όπως οι ομάδες αίματος, έτσι και ο παράγοντας Ρέζους στον άνθρωπο είναι κληρονομικός χαρακτήρας και καθορίζεται από πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια. Υπάρχουν τουλάχιστον οκτώ (8) πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια από τα οποία ορισμένα είναι επικρατή (R) και η παρουσία τους στο γονότυπο ενός ατόμου προκαλεί την ύπαρξη του παράγοντα Ρέζους (Rh⁺). Τα άτομα που είναι ομόζυγα ως προς τα υπολειπόμενα πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια (rr) δεν έχουν τον παράγοντα Ρέζους (Rh⁻).

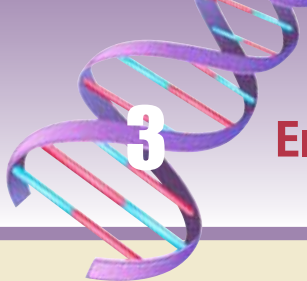


3.6.1. Αν συμβολίσουμε με R τα επικρατή και με r τα υπολειπόμενα πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια, να κάνετε τις παρακάτω διασταυρώσεις. Επίσης, γνωρίζοντας ότι οι γονείς του αγνοούμενου Ανδρέα ήταν ετερόζυγα άτομα Ρέζους θετικά (Rh⁺), να γράψετε ποια διασταύρωση από τις πιο κάτω τους αφορά και ποια ήταν η πιθανότητα ο Ανδρέας να ήταν παιδί Ρέζους θετικό (Rh⁺) και ποια η πιθανότητα να ήταν παιδί Ρέζους αρνητικό (Rh⁻).

(α) Γονείς: ♂ RR x ♀ RR
 Γαμέτες: |
 Παιδιά:

(β) Γονείς: ♂ RR x ♀ Rr
 Γαμέτες: |
 Παιδιά:

(γ) Γονείς: ♂ Rr x ♀ Rr
 Γαμέτες: |
 Παιδιά:



Ασκήσεις για το σπίτι ... και για σένα!



1. Ένας άνδρας είναι φορέας β-μεσογειακής αναιμίας ($\theta\theta$). Πού βρίσκονται τα αλληλόμορφα γονίδια που παριστώνται με τα γράμματα θ και ϑ ;
Να επιλέξετε μια από τις παρακάτω επιλογές και να την αιτιολογήσετε.

- (α) στα Χ και Υ χρωματοσώματα
- (β) σε ομόλογα νημάτια χρωματίνης
- (γ) σε όλα τα σπερματοζωάρια του άνδρα υπάρχουν και τα δύο γονίδια
- (δ) στις αδελφές χρωματίδες ενός χρωματοσώματος



2. Η Μαρία και ο Αντώνης είναι και οι δύο φορείς της β-μεσογειακής αναιμίας και θέλουν να αποκτήσουν παιδί. Ποια πιθανότητα υπάρχει το παιδί τους να είναι: (α) παιδί με β-μεσογειακή αναιμία, (β) φορέας της β-μεσογειακής αναιμίας και (γ) πλήρως υγιές παιδί; Να κάνετε τη σχετική διασταύρωση για να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



3. Η Γεωργία ισχυρίζεται ότι κάποιο άτομο που είναι ασθενής της β-μεσογειακής αναιμίας μπορεί να μεταδώσει την ασθένεια σε κάποιο άλλο υγιές άτομο. Να εξηγήσετε κατά πόσο ο ισχυρισμός της Γεωργίας μπορεί να υποστηριχθεί με βάση επιστημονικά δεδομένα.



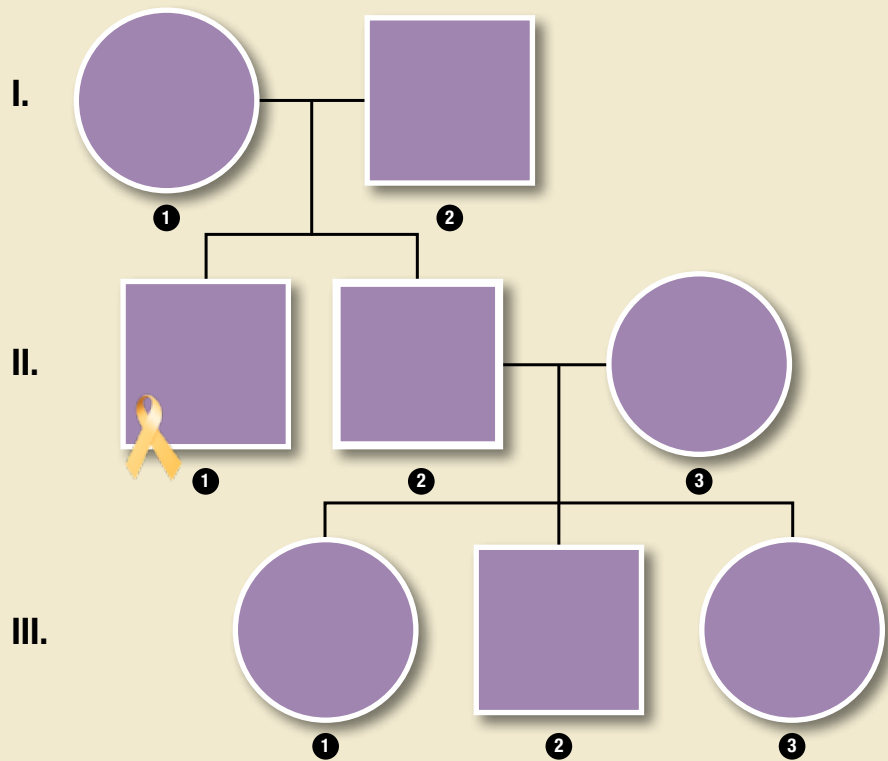
- 4.** Σήμερα στην Κύπρο, οι γεννήσεις παιδιών με μεσογειακή αναιμία έχουν μειωθεί πάρα πολύ. Να διερευνήσετε τους λόγους αυτής της μεγάλης μείωσης και να τους παραθέσετε σε συντομία.



- 5.** Μία γυναίκα ομάδας αίματος Β παντρεύτηκε με άνδρα ομάδας αίματος Β. Από τον γάμο τους γεννήθηκε γιός ομάδας αίματος Β και κόρη ομάδας αίματος Ο. Να κάνετε τη σχετική διασταύρωση για να βρείτε τους γονότυπους των δύο γονιών.



8. Το γονίδιο A που ελέγχει την αναδίπλωση της γλώσσας είναι επικρατές έναντι του αλληλόμορφου του a που δεν επιτρέπει την αναδίπλωση της γλώσσας. Ο κύριος Αναστάσης και η κυρία Γρηγορία έχουν την ικανότητα αναδίπλωσης της γλώσσας, ενώ ο κύριος Αλέξης δεν την έχει. Η γυναίκα του κύριου Αλέξη έχει την ικανότητα αυτή, καθώς και τα τρία παιδιά τους. Να διερευνήσετε ποια πιθανότητα υπάρχει ο μικρός Ανδρέας να είχε την ικανότητα αναδίπλωσης της γλώσσας και να συμπληρώσετε το γενεαλογικό δένδρο της οικογένειάς του όσον αφορά το χαρακτηριστικό αναδίπλωσης της γλώσσας.



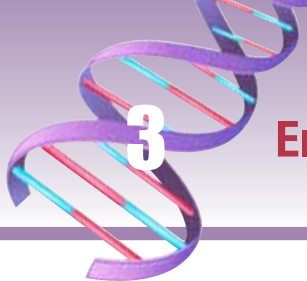


3

Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα

Σημειώσεις

Σημειώσεις

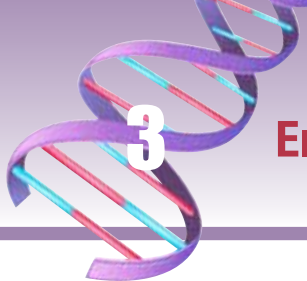


3

Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα

Σημειώσεις

Σημειώσεις



3

Εισαγωγή στην Κληρονομικότητα

Σημειώσεις

Σημειώσεις

Επεξηγώ λέξεις κλειδιά...

- Αγγελιοφόρος RNA (m-RNA)
- Αδενίνη
- Αζωτούχα βάση
- Αιμοσφαιρίνη
- Αλληλόμορφα γονίδια
- Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης (PCR)
- Αμφιγονία
- Ανάφαση
- Ανάφαση I
- Ανάφαση II
- Αντιγραφή DNA
- Αντι-κωδίκιο
- Απλοειδή γεννητικά κύτταρα
- Απλοειδή κύτταρα
- Απλοειδής οργανισμός
- Απόγονοι
- Αυτοσωματικά χρωματοσώματα
- Αυτοσωματικό γενετικό υλικό
- Γενεαλογικό δέντρο
- Γενετική πληροφορία
- Γενετική ποικιλότητα
- Γενετικό προφίλ
- Γενετικό υλικό
- Γονάδες
- Γονίδιο
- Γονότυπος
- Γονοχωριστικά
- Γουανίνη
- Δεσμοί υδρογόνου
- Δεσοξυριβόζη
- Δεσοξυριβοζο-νουκλεϊνικό οξύ
- Δεσοξυριβοζο-νουκλεοτίδιο
- Διαφοροποίηση
- Διπλή έλικα DNA
- Διπλοειδές κύτταρο
- Διπλοειδής οργανισμός
- Επικονίαση
- Επικρατές γονίδιο
- Επικρατής κληρονομικότητα
- Ερμαφρόδιτα
- Ετερόζυγο άτομο
- Ζυγωτό
- Ηλεκτροφόρηση
- Θυγατρικό κύτταρο
- Θυμίνη
- Ιστόνες
- Καρυότυπος
- Κεντρομερίδιο
- Κύκλος ζωής του ανθρώπου
- Κυτταρική διαίρεση
- Κυτταρικός κύκλος
- Κυτταροπλασματική διαίρεση
- Κανόνας συμπληρωματικότητας
- Κεντρικό Δόγμα Μοριακής Βιολογίας
- Κληρονομικότητα
- Κυτοσίνη
- Κωδίκιο
- Μέθοδος αποτυπωμάτων DNA
- Μείωση I
- Μείωση II
- Μεσογειακή αναιμία
- Μεσόφαση
- Μεταγραφή του DNA
- Μεταγραφόμενη αλυσίδα DNA
- Μετάφαση
- Μετάφαση I
- Μετάφαση II
- Μεταφορικό RNA (t-RNA)

Επισκεφθείτε το γλωσσάρι...

Επεξηγώ λέξεις κλειδιά...

- Μετάφραση του DNA
- Μη μεταγραφόμενη αλυσίδα DNA
- Μητρικό κύτταρο
- Μιτοχονδριακό γενετικό υλικό
- Μίτωση
- Μονογονία
- Νημάτιο χρωματίνης
- Νόμοι του Μέντελ (1ος και 2ος νόμος)
- Νουκλεοτίδιο
- Ομάδες αίματος A, B, AB, O
- Ομόζυγο άτομο
- Ομόλογα χρωματοσώματα
- Παράγοντας Ρέζους (Rhesus)
- Πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια
- Πρόφαση
- Πρόφαση I
- Πρόφαση II
- Πρωτεΐνες
- Πυρηνική Διαίρεση
- Ριβόζη
- Ριβοζο-νουκλεϊνικό οξύ (RNA)
- Ριβοσωμικό RNA (r-RNA)
- Ροή της γενετικής πληροφορίας
- Σκελετικό Δείγμα
- Στήμονες
- Συγκολλητινογόνα
- Συγκολλητίνες
- Συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις
- Συσπείρωση του DNA
- Ταυτοποίηση γενετικού υλικού
- Τελόφαση
- Τελόφαση I
- Τελόφαση II
- Ύπερος
- Υπολειπόμενο γονίδιο
- Φορέας β-Μεσογειακής αναιμίας
- Φυλετικά χρωματοσώματα
- Χρωματίδες
- Χρωματίνη
- Χρωματόσωμα Y
- Χρωματόσωμα X
- Χρωματοσώματα

Επισκεφθείτε το γλωσσάρι...

Μπορώ...

- Να εξηγήσω τα στάδια του κυτταρικού κύκλου ενός ζωικού κυττάρου.
- Να εξηγήσω γιατί είναι απαραίτητο να διπλασιαστεί το γενετικό υλικό (DNA) πριν από τη φάση της Κυτταρικής Διαίρεσης.
- Να συμπληρώσω εννοιολογικό διάγραμμα που αφορά στις έννοιες Διαφοροποίηση, Θυγατρικό κύτταρο, Κυτταρική διαίρεση.
- Να κατανοώ τον όρο βλαστοκύτταρα.
- Να παρατηρώ έτοιμο μικροσκοπικό παρασκεύασμα για ένα φυτικό κύτταρο που βρίσκεται στη φάση της Μεσόφασης.
- Να περιγράψω τη φάση της Μεσόφασης σε ένα φυτικό κύτταρο.
- Να αντιστοιχίσω το κάθε στάδιο της Μεσόφασης με τις σχετικές διαδικασίες που συμβαίνουν σε αυτό.
- Να εξηγήσω γιατί είναι απαραίτητη η πρωτεϊνοσύνθεση και η έντονη λειτουργία της αναπνοής προκειμένου να αυξηθεί το μέγεθος του κυττάρου.
- Να εξηγήσω πώς η έντονη παραγωγή RNA συνδέεται με τον πολλαπλασιασμό των ριβοσωμάτων του κυττάρου, καθώς και την έντονη πρωτεϊνοσύνθεση.
- Να παρατηρώ έτοιμο μικροσκοπικό παρασκεύασμα για ένα φυτικό κύτταρο που βρίσκεται στη φάση της Πρόφασης.
- Να παρατηρώ έτοιμο μικροσκοπικό παρασκεύασμα για ένα φυτικό κύτταρο που βρίσκεται στη φάση της Μετάφασης.
- Να συμπληρώσω ενδείξεις που αφορούν στη διαδικασία συσπείρωσης του DNA.
- Να αναφέρω δύο δομικά συστατικά και μια λειτουργία των χρωματοσωμάτων
- Να εξηγήσω πόσα μόρια DNA υπάρχουν σε κάθε κύτταρο ανθρώπινου εμβρύου στο στάδιο της G1 της Μεσόφασης.
- Να κατανοώ και να εξηγήσω τους όρους ομόλογα χρωματοσώματα, διπλοειδές κύτταρο, διπλοειδής οργανισμός, απλοειδές κύτταρο, απλοειδής οργανισμός.
- Να συγκρίνω και να εντοπίζω διαφορές μεταξύ δύο διαφορετικών καρυότυπων.
- Να εντοπίζω τα φυλετικά χρωματοσώματα σε καρυότυπους.
- Να κατανοώ και να εξηγήσω τους όρους αυτοσωματικά χρωματοσώματα και φυλετικά χρωματοσώματα.
- Να παρατηρώ έτοιμο μικροσκοπικό παρασκεύασμα για ένα φυτικό κύτταρο που βρίσκεται στη φάση της Ανάφασης.
- Να παρατηρώ έτοιμο μικροσκοπικό παρασκεύασμα για ένα φυτικό κύτταρο που βρίσκεται στη φάση της Τελόφασης.
- Να ονομάζω με σωστή σειρά όλα τα στάδια της Μίτωσης.
- Να εξηγήσω τις μεταβολές που συμβαίνουν στο γενετικό υλικό (DNA) στις διάφορες φάσεις και στάδια του κυτταρικού κύκλου.
- Να αναφέρω τα αποτελέσματα της Μίτωσης, καθώς και της Κυτταροπλασματικής Διαίρεσης.

Μπορώ...

- Να εξηγήω τη σημασία της Μίτωσης για τους ζωντανούς οργανισμούς.
- Να τοποθετώ χρωματοσώματα σε σειρά ελαττωμένου μεγέθους (από τα μεγαλύτερα προς τα μικρότερα) ώστε να δημιουργώ την εικόνα του καρυότυπου.
- Να περιγράψω με βάση ειδικών εικόνων τα στάδια της Μείωσης I και Μείωσης II.
- Να συγκρίνω τη Μείωση I με τη Μείωση II και να αναφέρω ομοιότητες και διαφορές.
- Να εξηγήω τη σημασία της Μείωσης για τη δημιουργία του ανθρώπινου οργανισμού.
- Να ορίζω την έννοια Μείωση.
- Να αναφέρω ομοιότητες μεταξύ Μίτωσης και Μείωσης.
- Να ονομάζω τον τρόπο παραγωγής απογόνων μέσω σχηματισμού ειδικών αναπαραγωγικών κυττάρων.
- Να εξηγήω τις έννοιες ερμαφρόδιτα και γονοχωριστικά.
- Να εξηγήω τι είναι γενετική ποικιλότητα και πώς συμβάλλει στον αγώνα επιβίωσης ενός πληθυσμού.
- Να εξηγήω τι είναι αυτό που καθορίζει τα κληρονομικά χαρακτηριστικά του κάθε ανθρώπου.
- Να μοντελοποιώ τα στοιχεία του πυρηνικού γενετικού υλικού στον άνθρωπο με τη χρήση απλών υλικών.
- Να εξηγήω με βάση την ιστορία του DNA το πώς μπορεί να αναπτυχθεί νέα επιστημονική γνώση, καθώς και μοντέλα στην επιστήμη.
- Να περιγράψω με βάση σχετική εικόνα το μοντέλο της δομής του DNA, όπως προτάθηκε από τους επιστήμονες Γουάτσον και Κρικ.
- Να εξηγήω από τι και πώς είναι κατασκευασμένη η κάθε αλυσίδα του μορίου του DNA.
- Να εξηγήω πώς συγκροτούνται μεταξύ τους οι δύο αλυσίδες του μορίου του DNA.
- Να αναφέρω πόσα είδη νουκλεοτιδίων υπάρχουν σε ένα μόριο DNA και να αιτιολογώ τον συγκεκριμένο αριθμό.
- Να εξηγήω τον όρο «κανόνας της συμπληρωματικότητας» και να μπορώ να τον εφαρμόζω σε μοντέλα του μορίου του DNA.
- Να εξηγήω γιατί η αναζήτηση της ταυτότητας των αγνοουμένων μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του DNA, που απομονώνεται από σκελετικά δείγματα, καθώς και από τους συγγενείς των αγνοουμένων.
- Να τοποθετώ σε σωστή σειρά τα διάφορα βήματα της αντιγραφής του DNA έτσι που να περιγράψω σωστά τη διαδικασία αυτοδιπλασιασμού του.
- Να αναφέρω τα τρία (3) είδη μορίων που είναι απαραίτητα για την αντιγραφή του DNA και να εξηγήω που χρησιμοποιεί το καθένα.
- Να εξηγήω πώς μεταβιβάζεται η γενετική πληροφορία αναλλοίωτη στους απογόνους στη μονογονική αναπαραγωγή.
- Να εξηγήω πώς μεταβιβάζεται η γενετική πληροφορία αναλλοίωτη στους απογόνους στην αμφιγονική αναπαραγωγή.
- Να αναφέρω τα τρία (3) είδη RNA, καθώς και τη λειτουργία του καθενός.

Μπορώ...

- Να επεξηγώ από τι αποτελείται κάθε υπομονάδα ενός μορίου RNA.
- Να επεξηγώ, με βάση ειδική εικόνα, τα βήματα της μεταγραφής του DNA σε mRNA.
- Να αναγνωρίζω, με βάση ειδική εικόνα, τη μεταγραφόμενη και μη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA.
- Να επεξηγώ, με βάση ειδική εικόνα, τα βήματα της μετάφρασης του mRNA σε πρωτεΐνη.
- Να ονομάζω το οργανίδιο στο οποίο γίνεται η σύνθεση των πρωτεϊνών.
- Να αναφέρω το πώς ονομάζεται διαφορετικά η πρωτεϊνοσύνθεση και γιατί.
- Να εντοπίζω ομοιότητες και διαφορές μεταξύ DNA και RNA.
- Να αντιστοιχώ τα όσα χρειάζονται για να κτιστεί ένα σπίτι με αυτά που χρειάζονται για να κτιστεί μια πρωτεΐνη.
- Να περιγράψω τη ροή της γενετικής πληροφορίας με βάση το Κεντρικό Δόγμα της Μοριακής Βιολογίας.
- Να εξηγώ, σε συντομία, τη μέθοδο Αποτυπωμάτων DNA που ακολουθούν οι ειδικοί επιστήμονες για να ταυτοποιήσουν λείψανα αγνοουμένων.
- Να περιγράψω, σε συντομία, τη διαδικασία απομόνωσης του γενετικού υλικού από ένα σκελετικό δείγμα, όπως γίνεται στο Εργαστήριο Δικανικής Ιατρικής.
- Να εκτελώ πείραμα για απομόνωση DNA από φυτικά κύτταρα.
- Να επεξηγώ τις παρατηρήσεις που κάνω κατά τη διεξαγωγή πειράματος για απομόνωση DNA από φυτικά κύτταρα.
- Να αναγνωρίζω και να συγκρίνω τα δεδομένα που αποτυπώνονται σε γενετικά προφίλ, όπως αυτά των συγγενών των αγνοουμένων.
- Να εξηγώ γιατί κάθε παιδί, αγόρι ή κορίτσι κληρονομεί γονίδια και από τους δύο γονείς του.
- Να εξηγώ γιατί όλα τα αγόρια έχουν στο Y χρωματόσωμά τους τα ίδια γονίδια, τόσο με τους αδελφούς τους όσο και με τον πατέρα τους.
- Να εξηγώ γιατί όλα τα παιδιά μιας μητέρας, αγόρια και κορίτσια, διαθέτουν το δικό της μιτοχονδριακό γενετικό υλικό.
- Να επεξηγώ γιατί η διαπίστωση ότι ένα συγκεκριμένο σκελετικό δείγμα που παρουσιάζει ανά χρωματοσωματική θέση δύο γονίδια, τα οποία είναι πανομοιότυπα με αυτά που παρατηρούνται στους δύο γονείς ενός αγνοούμενου (για την ίδια χρωματοσωματική θέση) - ένα στον πατέρα και ένα στη μητέρα, πείθει τους επιστήμονες ότι το σκελετικό δείγμα ανήκει στον συγκεκριμένο αγνοούμενο.
- Να επιχειρηματολογώ γιατί τα γενετικά προφίλ του αυτοσωματικού γενετικού υλικού, του ανδρικού φυλετικού χρωματοσώματος Y και του μιτοχονδριακού γενετικού υλικού, που προκύπτουν από τις γενετικές εξετάσεις δειγμάτων από σκελετικά λείψανα και βιολογικών δειγμάτων από συγγενείς αγνοουμένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν (με βεβαιότητα περίπου 99,95%) για την ταυτοποίηση των αγνοουμένων της τραγικής περιόδου του 1974.
- Να επεξηγώ την κληρονομικότητα ως την ικανότητα μεταβίβασης γενετικών χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους.
- Να εξηγώ γιατί ο Μέντελ θεωρείται πατέρας της σύγχρονης επιστήμης της Γενετικής.

Μπορώ...

- Να περιγράψω τη δομή του άνθους της μπιζελιάς (*Pisum sativum*), τον κύκλο ζωής της μπιζελιάς, καθώς και τον πειραματικό σχεδιασμό του Μέντελ για τη μελέτη της κληρονομικότητας της.
- Να εξηγήω τους λόγους για τους οποίους ο Μέντελ επέλεξε τη μπιζελιά (*Pisum sativum*) ως πειραματικό οργανισμό για τη μελέτη της μεταβίβασης των γενετικών χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους.
- Να περιγράψω και να εξηγήω τα πειράματα του Μέντελ για τη διατύπωση του νόμου της Ομοιομορφίας (1^{ος} Νόμος του Μέντελ).
- Να περιγράψω και να εξηγήω τα πειράματα του Μέντελ για τη διατύπωση του νόμου του Διαχωρισμού (2^{ος} Νόμος του Μέντελ).
- Να εξηγήω τι σημαίνει η έννοια νόμος στην επιστήμη και γιατί δύο από τα συμπεράσματα του Μέντελ για την κληρονομικότητα χαρακτηρίστηκαν ως νόμοι.
- Να εξηγήω τη διαφορά που υπάρχει μεταξύ ενός νόμου και μιας θεωρίας στην επιστήμη.
- Να εξηγήω τις έννοιες επικρατή, υπολειπόμενα και αλληλόμορφα γονίδια.
- Να αναφέρω διαφορές μεταξύ ενός ομόζυγου και ενός ετερόζυγου ατόμου για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.
- Να εξηγήω τις έννοιες γονότυπος και φαινότυπος και να διατυπώνω ομοιότητες και διαφορές μεταξύ τους.
- Να εξηγήω την έννοια επικρατής κληρονομικότητα και να παραθέτω παραδείγματα για τις έννοιες επικρατές και υπολειπόμενο γονίδιο.
- Να κάνω σχετικές διασταυρώσεις, με τη χρήση κατάλληλων συμβολισμών για τα γονίδια, για να προβλέπω την πιθανότητα κληρονόμησης συγκεκριμένων χαρακτηριστικών σε διπλοειδείς οργανισμούς.
- Να περιγράψω τη δομή της αιμοσφαιρίνης Α.
- Να εξηγήω, σε συντομία, τη σχέση μεταξύ αιμοσφαιρίνης Α και Μεσογειακής αναιμίας.
- Να περιγράψω τα αίτια και τα συμπτώματα της β-Μεσογειακής Αναιμίας.
- Να κάνω διασταυρώσεις και να εξηγήω, σε κάθε περίπτωση, την πιθανότητα που υπάρχει να γεννηθεί παιδί με β-Μεσογειακή Αναιμία, παιδί φορέας του παθολογικού γονιδίου και παιδί υγιές.
- Να εξηγήω τις έννοιες συγκολλητινογόνα και συγκολλητίνες.
- Να εξηγήω τον τρόπο καθορισμού των ομάδων αίματος στον άνθρωπο με βάση τα συγκολλητινογόνα που τα άτομα έχουν στην επιφάνεια των ερυθρών αιμοσφαιρίων τους.
- Να εξηγήω τη σημασία των ομάδων αίματος κατά τη μετάγγιση αίματος.
- Να εξηγήω την έννοια πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια.
- Να εξηγήω την έννοια παράγοντας Ρέζους (Rhesus).
- Να κάνω διασταυρώσεις που αφορούν στις ομάδες αίματος και στον παράγοντα Ρέζους (Rhesus) για να διαπιστώνω την πιθανότητα που έχει κάποιο άτομο να ανήκει σε μια από τις ομάδες αίματος Α, Β, ΑΒ και Ο, και να είναι Ρέζους θετικό ή αρνητικό.

Ας θυμηθούμε...

- Πώς αναπτύσσεται και μεγαλώνει ένας ανθρώπινος οργανισμός;
- Ποια είναι τα στάδια της μεσόφασης και ποιες διαδικασίες συμβαίνουν σε αυτή;
- Τι είναι η Μίτωση και ποια τα στάδιά της;
- Τι είναι η κυτταροπλασματική διαίρεση;
- Με ποιο κριτήριο μπορεί να διακρίνει κάποιος το καθένα από τα στάδια της μίτωσης;
- Τι είναι τα χρωματοσώματα και από τι αποτελούνται;
- Ποιο το αποτέλεσμα της μίτωσης και ποιο το αποτέλεσμα της κυτταροπλασματικής διαίρεσης;
- Τι είναι ο καρυότυπος και τι πληροφορίες μπορούμε να συλλέξουμε από αυτόν;
- Πώς δημιουργούνται τα γεννητικά κύτταρα από τα οποία προέρχεται το πρώτο κύτταρο ανθρώπινου οργανισμού;
- Τι είναι η Μείωση και σε πόσες κυτταρικές διαιρέσεις ολοκληρώνεται;
- Ποια βασική ομοιότητα και ποια βασική διαφορά υπάρχει μεταξύ Μείωσης I και Μείωσης II;
- Ποια τα στάδια της Μείωσης I και ποια τα στάδια της Μείωσης II;
- Ποιες βασικές διαφορές υπάρχουν μεταξύ Μίτωσης και Μείωσης;
- Γιατί τα σωματικά κύτταρα ενός ανθρώπου δεν είναι ίδια ούτε με τα σωματικά κύτταρα των γονιών του ούτε με αυτά των αδελφών του;
- Τι είναι η αμφιγονία και τι η μονογονία;
- Ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζει η αμφιγονία σε σχέση με την μονογονία;
- Τι είναι αυτό που καθορίζει τα κληρονομικά χαρακτηριστικά του κάθε ανθρώπου;
- Πού είναι γραμμένη, και αποθηκευμένη, όλη η πληροφορία που αφορά τη δομή και τη λειτουργία τόσο του κυττάρου όσο και του οργανισμού;
- Ποια είναι δομή και λειτουργία του γενετικού υλικού (DNA) των κυττάρων.
- Πώς αυτοδιπλασιάζεται το DNA;
- Γιατί η αντιγραφή του DNA προηγείται της μιτωτικής ή μειωτικής διαίρεσης;
- Πώς οι πληροφορίες που βρίσκονται στο DNA του πυρήνα μπορούν να κατευθύνουν τη σύνθεση των πρωτεϊνών αφού τα ριβοσώματα βρίσκονται στο κυτταρόπλασμα;
- Τι είναι το RNA και πόσα είδη RNA υπάρχουν στα κύτταρά μας;
- Ποια η δομή και η λειτουργία των mRNA, rRNA, tRNA;
- Τι μόρια μπορούν να προκύψουν από τη μεταγραφή ενός γονιδίου του DNA;
- Τι σημαίνει συμπληρωματικότητα των βάσεων;
- Με ποιο τρόπο η γενετική πληροφορία εκφράζεται ώστε να δημιουργηθούν οι πρωτεΐνες και τα κληρονομικά μας χαρακτηριστικά;
- Ποια η βασική αρχή της Μεθόδου Αποτυπωμάτων DNA;
- Σε ποιες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ειδικούς επιστήμονες η Μέθοδος Αποτυπωμάτων DNA;
- Γιατί ο Μέντελ θεωρείται πατέρας της σύγχρονης επιστήμης της Γενετικής;
- Ποια όργανα και κύτταρα του άνθους συμμετέχουν στην αναπαραγωγή του φυτού;
- Ποιες κατηγορίες ανθέων υπάρχουν ανάλογα με τα γεννητικά όργανα που έχουν;

Ας θυμηθούμε...

- Ποια στάδια μεσολαβούν από την επικονίαση μέχρι τη δημιουργία του άνθους;
- Ποιος ο πειραματικός σχεδιασμός του Μέντελ για τη μελέτη της κληρονομικότητας;
- Ποια πειράματα έκανε ο Μέντελ για τη διατύπωση των νόμων του για την κληρονομικότητα;
- Τι είναι τα αλληλόμορφα γονίδια, τι είναι επικρατές και τι υπολειπόμενο γονίδιο;
- Ποια η διαφορά μεταξύ ενός ομόζυγου και ενός ετερόζυγου ατόμου για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό;
- Ποιο το περιεχόμενο του πρώτου Νόμου του Μέντελ ή Νόμου της Ομοιομορφίας;
- Ποιο το περιεχόμενο του δεύτερου Νόμου του Μέντελ ή Νόμου του Διαχωρισμού;
- Τι είναι η Μεσογειακή αναιμία;
- Ποια η δομή της αιμοσφαιρίνης Α;
- Ποια η σχέση μεταξύ αιμοσφαιρίνης Α και Μεσογειακής αναιμίας;
- Πώς εξηγούμε με διασταυρώσεις, σε κάθε περίπτωση, τις πιθανότητες που υπάρχουν να γεννηθεί παιδί με β-μεσογειακή αναιμία, παιδί φορέας του παθολογικού γονιδίου (ετερόζυγο άτομο της β-μεσογειακής αναιμίας) και παιδί υγιές;
- Ποιοι οι λόγοι μείωσης των γεννήσεων παιδιών με μεσογειακή αναιμία σήμερα στην Κύπρο;
- Τι είναι συγκολλητινογόνα και τι συγκολλητίνες;
- Πώς καθορίζονται οι ομάδες αίματος με βάση τα συγκολλητινογόνα που τα άτομα έχουν στην επιφάνεια των ερυθρών αιμοσφαιρίων τους;
- Τι είναι τα πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια;
- Ποια η σημασία των ομάδων αίματος κατά τη μετάγγιση αίματος;
- Πώς εξηγούμε με διασταυρώσεις, σε κάθε περίπτωση, τις πιθανότητες που υπάρχουν να έχει ένα άτομο ομάδα αίματος Α ή Β ή ΑΒ ή Ο;
- Τι είναι ο παράγοντας Ρέζους και ποια η σημασία του κατά τη μετάγγιση αίματος;
- Πώς εξηγούμε με διασταυρώσεις, σε κάθε περίπτωση, τις πιθανότητες που υπάρχουν να είναι ένα άτομο Ρέζους θετικό ή Ρέζους αρνητικό;



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Διεθνής Βιβλιογραφία

Fraser, A. & Gilchrist, I., (1986). *Starting Science*. Oxford University Press.

Hodge R, Wegener AL (2006) Alec Jeffreys interview: a pioneer on the frontier of human diversity. *Science in School* 3,16-19.

Mader, S. (2004). *Understanding Human Anatomy & Physiology*, Fifth Edition. The McGraw-Hill Companies.

Minidictionary of Biology (1995). Oxford University Press. Market House Books Ltd.

Β. Ελληνική Βιβλιογραφία

Αλεπόρου, Β., Αργυροκαστρίτης, Α., Κομποπούλου, Α., Πιαλόγλου, Π., & Σγουρίτσα, Β., (2008). *Βιολογία Θετικής κατεύθυνσης Γ' Ενιαίου Λυκείου*. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

Καψάλης, Α., Μπουρμπουκάκης, Ε., Περάκη, Β., & Σαλαμαστράκης, Σ. (2008). *Βιολογία Γενικής Παιδείας Β' Ενιαίου Λυκείου*. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

Κόκκοτας, Π.(επιμέλεια) (2000). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών: Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών* Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. Αθήνα: Τυπωθήτω-Γιώργος Δαρδάνος.

Μαυρικάκη, Ε., Γκούβρα, Μ. & Καμπούρη, Α (2008). *Βιολογία Γ' Γυμνασίου*. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

Χριστοδούλου, Χ., Χατζηνεοφύτου, Μ. (2008). *Βιολογία Γ' Λυκείου*. Λευκωσία: Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού - Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων.

Γ. Ιστοσελίδες

- <http://www.cing.ac.cy/>
- <http://www.ic-mp.org/press-releases/missing-persons-as-global-problem/>
- <http://www.moi.gov.cy/moi/pio/pio.nsf/0/165BDDAD268BA232C2256D7A003C4548?OpenDocument>
- <http://www.moi.gov.cy/moi/pio/pio.nsf/0/165BDDAD268BA232C2256D7A003C4548?OpenDocument>
- <http://cyprusgreens.org/%CE%BC%CE%AD%CF%81%CE%B1-%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%BF%CE%BF%CF%85%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CF%89%CE%BD-%CE%BA%CF%85%CF%80%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%84%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B4%CE%AF%CE%B1/>
- http://www.google.com.cy/imgres?start=877&rlz=1C2KAFA_enCY549CY549&biw=1920&bih=919&tbnm=isch&tbnid=5dmXLvBdyJxLNM:&imgrefurl=http://kerentzis.blogspot.com/2010_04_01_archive.html&docid=cfH0mALc6ghsvM&imgurl=http://s.enet.gr/resources/2010-04/papous-thumb-large.jpg&w=610&h=407&ei=C1h7UvynKMjF7AatmYHgCQ&zoom=1&ved=1t:3588,r:79,s:800,i:241&iact=rc&page=23&tbnh=175&tbnw=269&ndsp=39&tx=153&ty=84
- http://www.google.com.cy/imgres?start=334&sa=X&rlz=1C2KAFA_enCY549CY549&biw=1920&bih=878&tbnm=isch&tbnid=gF90Nq_uN0ttzM:&imgrefurl=http://www.phorum.gr/viewtopic.php%3Ff%3D24%26t%3D266939&docid=DRlttCcVHR0brM&imgurl=http://2.bp.blogspot.com/-dXUL2hClf-Y/

Tqh5rIRMrAl/AAAAAAAAARrQ/a36hZg6ifLo/s1600/giagia.jpg&w=425&h=288&ei=QFI7Ura2Asqf7Abhx4Fo&zoom=1&ved=1t:3588,r:43,s:300,i:134&iact=rc&page=10&tbnh=185&tbnw=273&ndsp=40&tx=163&ty=75

- http://www.google.com.cy/search?q=yellow+ribbon+missing+person&hl=en&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ei=iF97UpHmNoep4gSO94GAAG&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1920&bih=919#facrc=_&imgdii=_&imgrc=dcUy4-W4ZNRHRM%3A%3BO7RpJYA87Ek_5M%3Bhttp%253A%252F%252Frlv.zcache.com%252Fyellow_awareness_ribbon_postcard-rde238daf223d41d49985e1dd158fedef_vgbaq_8byvr_512.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.zazzle.com%252Fyellow_awareness_ribbon_postcard-239954427358631617%3B512%3B512
- <http://www.missing-cy.org.cy/index-4gr.html>
- <http://www.oum.ox.ac.uk/thezone/animals/life/images/cycle1.gif>
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9876/>
- <http://www.tuskegee.edu/sites/www/Uploads/images/Research/MSP/Modeling%20Mitosis.pdf>
- http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_organisms_by_chromosome_count
- http://rodos-psarotoufeko.blogspot.com/2011/05/blog-post_8821.html
- http://www.star.gr/PublishingImages/2012/07/_w/260712153618_8964_jpg.jpg
- <http://www.easmn.gr/paragogi-metapoiisi/arabositos/>
- http://images.forwallpaper.com/files/thumbs/preview/113/1133723__green-peas-pea-pod-table_p.jpg
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/Drosophila_repleta_lateral.jpg
- http://iz.carnegiemnh.org/crayfish/NewAstacidea/img/photos/Procambarus_catemacoensis.jpg
- <http://www.scielo.sa.cr/img/revistas/rbt/v58n2/a10i2.jpg>
- <http://users.unimi.it/citozoo/T7%20cariotipo%20maschile%20cavallo%20male%20horse%20karyotype.jpg>
- http://www.contexto.info/DNA_Basics/images/karyotypeX.gif
- <http://www.agron.missouri.edu/mnl/72/images/03pierozzif1.jpg>
- http://hermes.bionet.nsc.ru/pg/21/10_files/tmp2D35-1.jpg
- <http://web.pdx.edu/~newman/DrosophilaKaryotype.GIF>
- Lodish
- http://www.mun.ca/biology/scarr/Human_Karyotype.html
- http://glencoe.mcgraw-hill.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::550::400::/sites/dl/free/0078802849/383933/Vis_Cell_Cycle.swf::Visualizing%20the%20Cell%20Cycle
- <http://www.glencoe.com/sites/california/teacher/science/index.html>



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- http://www.glencoe.com/sec/science/cgi-bin/splitwindow.cgi?top=http://www.glencoe.com/sec/science/top2.html&link=http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/tutorials/cell_cycle/main.html
- <http://www.glencoe.com/sites/california/teacher/science/index.html>
- http://glencoe.mcgraw-hill.com/sites/0078802849/student_view0/unit2/chapter9/concepts_in_motion.html#
- <http://www.glencoe.com/sec/science/biology/bee/chapter22/index.shtml>
- <http://www.glencoe.com/sec/science/biology/bee/chapter22/weblinks.shtml>
- http://glencoe.mcgraw-hill.com/sites/0078802849/student_view0/unit2/chapter9/virtual_labs.html#
- <http://C:/Users/User/Documents/Biology%20SIMVOULOS/%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%9E%CE%97%20%CE%A5%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%A5/3.%20%CE%93%CE%84%20%CE%93%CE%A5%CE%9C%CE%9D%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%9F%CE%A5/%CE%9C%CE%95%CE%A1%CE%9F%CE%A3%203%20DNA%20-%20%CE%91%CE%93%CE%9D%CE%9F%CE%9F%CE%A5%CE%9C%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%99/1.%20%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91%205/Resources%20for%20Unit%205/Concepts%20in%20Motion.htm>
- <http://www.cmp-cyprus.org/gr/about-the-cmp/partners-and-cooperation/>
- <http://www.youtube.com/watch?v=IVFXtuSLKo>
- <http://www.youtube.com/watch?v=M6l3LNNKgwc>
- <http://www.youtube.com/watch?v=109XMmXHDuA>
- <http://atlaswikigr.wikifoundry.com/page/%CE%B7+%CE%9C%CE%B5%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BD%CE%AE+%CE%BA%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1>
- http://historymed.blogspot.com.cy/2009/06/blog-post_27.html
- <http://www.scienceinschool.org/node/2165>
- <http://www.greenapple.gr/articlesdesc.php?id=132>
- <http://www.slideboom.com/presentations/490887/DNA—RNA>
- <http://www.slideboom.com/presentations/490887/DNA—RNA>
- Focus on life sciences - Glencoe Science Grade 7
- Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών - Κυπριακό Πρόβλημα - Πτυχές του προβλήματος - Οι Αγνοούμενοι
- Υπουργείο Εξωτερικών της Κυπριακής Δημοκρατίας - Οι Αγνοούμενοι
- ΔΕΑ (Διερευνητική Επιτροπή για τους Αγνοούμενους),
<http://www.cmp-cyprus.org/el/content/diereynitiki-epitropi-gia-toys-agnooymenoys-dea>





ΓΛΩΣΣΑΡΙ

ΕΝΝΟΙΑ	ΕΞΗΓΗΣΗ
Αγγελιοφόρο RNA (m-RNA)	Το είδος RNA που μεταφέρει την πληροφορία του DNA για την παραγωγή μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας.
Αδελφές χρωματίδες	Συσπειρωμένα ινίδια χρωματίνης που αποτελούν το χρωματόσωμα, συνδέονται στο κεντρομερίδιο και φέρουν ταυτόσημες γενετικές πληροφορίες.
Αδενίνη	Αζωτούχα βάση των νουκλεοτιδίων, που ανήκει στις πουρίνες.
Αζωτούχα βάση	Οργανική χημική ουσία, όπως η αδενίνη, η γουανίνη, η κυτοσίνη και η θυμίνη.
Αιμοσφαιρίνη	Μια ομάδα πρωτεϊνών που απαντάται ευρύτατα στα ζώα ως φορέας οξυγόνου στο αίμα. Η αιμοσφαιρίνη των σπονδυλωτών περιέχει δύο ζεύγη πολυπεπτιδικών αλυσίδων (σχηματίζουν την πρωτεΐνη σφαιρίνη) με κάθε αλυσίδα διπλωμένη ώστε να δώσει μία θέση για τη δέσμευση της ομάδας αίμης. Κάθε μία από τις ομάδες της αίμης δεσμεύει ένα μόριο οξυγόνου για να σχηματίσει την οξυαιμοσφαιρίνη. Το οξυγόνο απελευθερώνεται στους ιστούς και η αιμοσφαιρίνη ξανασχηματίζεται.
Αλληλόμορφα γονίδια	Δύο γονίδια που βρίσκονται σε αντίστοιχες θέσεις σε ένα ζεύγος ομόλογων νηματιών χρωματίνης και ελέγχουν το ίδιο χαρακτηριστικό.
Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης (PCR)	Μέθοδος δημιουργίας μεγάλου αριθμού αντιγράφων ενός ειδικού τμήματος DNA, με γνωστή αλληλουχία στα άκρα. Συγκεκριμένα, κατά την τεχνική αυτή πολύ μικρή ποσότητα του γενετικού υλικού υποβάλλεται σε ειδική διαδικασία κατά την οποία, με ειδικό εξοπλισμό και ειδικά αντιδραστήρια, επιλέγονται και πολλαπλασιάζονται (σε εκατομμύρια αντίγραφα) για κάθε δείγμα γενετικού υλικού που εξετάζεται, συγκεκριμένες χρωματοσωματικές θέσεις.
Αμφιγονία	Ο τρόπος παραγωγής απογόνων, μέσω σχηματισμού ειδικών αναπαραγωγικών κυττάρων από διαφορετικά γεννητικά συστήματα (αρσενικό και θηλυκό) που μπορεί να βρίσκονται είτε στο ίδιο άτομο (ερμαφρόδιτο) είτε σε διαφορετικά άτομα (γονοχωριστικά). Η αμφιγονία είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος αναπαραγωγής στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς.
Ανάφαση	Το τρίτο στάδιο της κυτταρικής διαίρεσης. Στην ανάφαση της μίτωσης, οι χρωματίδες του κάθε χρωματοσώματος μετακινούνται ξεχωριστά στα αντίθετα άκρα της ατράκτου. Στην πρώτη ανάφαση της μείωσης, τα ζευγαρωμένα ομόλογα χρωματοσώματα διαχωρίζονται και μετακινούνται στα αντίθετα άκρα. Στη δεύτερη ανάφαση της μείωσης, οι χρωματίδες μετακινούνται ξεχωριστά, όπως και στη μίτωση.

ΕΝΝΟΙΑ	ΕΞΗΓΗΣΗ
Αντιγραφή DNA	Ο διπλασιασμός του γενετικού υλικού, συνήθως πριν από την κυτταρική διαίρεση.
Απλοειδή κύτταρα	Τα κύτταρα στα οποία το γονιδίωμα υπάρχει σε ένα μόνο αντίγραφο.
Απλοειδής οργανισμός	Οι οργανισμοί που διαθέτουν απλοειδή σωματικά κύτταρα.
Αυτοσωματικά χρωμοσώματα	Τα χρωμοσώματα που είναι μορφολογικά ίδια στο αρσενικό και στο θηλυκό άτομο. Στον άνθρωπο υπάρχουν 22 ζεύγη αυτοσωματικών χρωμοσωμάτων.
Γενεαλογικό δέντρο	Αποτελεί απεικόνιση των μελών μιας οικογένειας και των μεταξύ τους συγγενικών σχέσεων και εμφανίζουν τον τρόπον κληρονομής ενός χαρακτήρα.
Γενετικό υλικό	Κυρίως το DNA. Είναι το κύριο συστατικό των χρωμοσωμάτων μέσα στους πυρήνες των κυττάρων και παίζει ένα κεντρικό ρόλο στον καθορισμό των κληρονομικών χαρακτηριστικών, με τον έλεγχο της σύνθεσης των πρωτεϊνών στα κύτταρα. Σε μερικούς ιούς (π.χ. HIV, γρίπης) το γενετικό τους υλικό είναι RNA.
Γενετική	Η επιστήμη που μελετά τους νόμους που διέπουν τον τρόπο μεταβίβασης των γενετικών χαρακτήρων, από τους γονείς στους απογόνους.
Γονάδες	Όργανα αναπαραγωγής στα ζώα, τα οποία παράγουν αναπαραγωγικά κύτταρα (γαμέτες). Οι πιο σημαντικές γονάδες είναι στο αρσενικό άτομο, ο όρχις, ο οποίος παράγει σπερματοζωάρια, και στο θηλυκό άτομο η ωοθήκη, η οποία παράγει ωάρια. Οι γονάδες επιπλέον παράγουν ορμόνες οι οποίες ελέγχουν δευτερογενή φυλετικά χαρακτηριστικά.
Γονίδιο	Τμήμα DNA στο οποίο περιέχονται οι πληροφορίες που καθορίζουν τη σύνθεση ενός πολυπεπτιδίου ή ενός μορίου RNA.
Γονότυπος	Η γενετική σύσταση ενός ατόμου. Ο όρος χρησιμοποιείται και για να περιγράψει τα αλληλόμορφα για ένα ή περισσότερα γονίδια.
Δεσοξυριβοζο-νουκλεϊνικό οξύ	Ελληνικός όρος για το DNA. Αποτελεί το γενετικό υλικό των περισσότερων οργανισμών. Αποτελείται από δύο αλυσίδες νουκλεοτιδίων. Οι δυο αλυσίδες περιελίσσονται η μια γύρω από την άλλη και συνδέονται μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου ανάμεσα σε ορισμένες συμπληρωματικές βάσεις για να σχηματίσουν ένα σπειροειδές μόριο (διπλή έλικα).



ΓΛΩΣΣΑΡΙ

ΕΝΝΟΙΑ	ΕΞΗΓΗΣΗ
Δεσοξυριβοζο-νουκλεοτίδιο	Χημική ένωση που αποτελείται από δεσοξυριβόζη, από ένα έως τρία μόρια φωσφορικού οξέος και από μια αζωτούχα βάση (αδενίνη, γουανίνη, κυτοσίνη, θυμίνη). Αποτελεί το βασικό μικρομόριο του DNA.
Διπλοειδές κύτταρο	Ο οργανισμός του οποίου το κάθε χρωματόσωμα αντιπροσωπεύεται δύο φορές στα κύτταρά του. Τα διπλοειδή κύτταρα αποτελούν τα σωματικά κύτταρα κάθε διπλοειδούς οργανισμού.
Επικονίαση	Η μεταφορά της γύρης από έναν ανθήρα (αρσενικό όργανο αναπαραγωγής) σε ένα στίγμα (το τμήμα υποδοχής του θηλυκού οργάνου αναπαραγωγής) είτε του ίδιου άνθους (αυτεπικονίαση) είτε ενός άλλου του ίδιου είδους (ετεροεπικονίαση).
Επικρατές γονίδιο	Ένα γονίδιο που εκφράζεται στα άτομα διπλοειδών οργανισμών ακόμη και όταν βρίσκεται σε ένα αντίγραφο.
Επικρατής κληρονομικότητα	Ο τρόπος με τον οποίο κληρονομείται ένας χαρακτήρας που καθορίζεται από επικρατές γονίδιο.
Ερμαφρόδιτα	Οργανισμοί που έχουν και θηλυκά και αρσενικά αναπαραγωγικά όργανα.
Ετερόζυγο άτομο	Το άτομο που διαθέτει δύο διαφορετικά αλληλόμορφα για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.
Ζυγωτό	Ένα γονιμοποιημένο ωάριο. Είναι παράγωγο της ένωσης του πυρήνα του ωαρίου ή του πρόδρομου ωαρίου (πριν την ωορρηξία) με τον πυρήνα του σπέρματος ή κόκκου γύρης.
Θυμίνη	Αζωτούχα βάση των νουκλεοτιδίων.
Ιστόνες	Ομάδα πρωτεϊνών πλούσιων σε βασικά αμινοξέα που αποτελούν συστατικά του νουκλεοσώματος.
Καρυότυπος	Απεικόνιση, κατά ζεύγη και σειρά ελαττούμενου μεγέθους, των χρωματοσωμάτων ενός κυττάρου. Γίνεται εμφανής ο αριθμός και η δομή των χρωματοσωμάτων που βρίσκονται στον πυρήνα του κυττάρου. Ο καρυότυπος είναι ταυτόσημος σε όλα τα διπλοειδή κύτταρα ενός οργανισμού.
Κεντρομερίδιο	Περιοχή του χρωματοσώματος που γίνεται εμφανής κατά την κυτταρική διαίρεση και στην οποία οι αδελφές χρωματίδες παραμένουν ενωμένες. Στο κεντρομερίδιο προσδένονται, κατά την κυτταρική διαίρεση, οι ίνες της ατράκτου.

ΕΝΝΟΙΑ	ΕΞΗΓΗΣΗ
Κυτταρική διαίρεση	Ο σχηματισμός δύο θυγατρικών κυττάρων από ένα μητρικό κύτταρο. Πρώτα διαιρείται ο πυρήνας και στη συνέχεια ακολουθεί ο σχηματισμός μιας κυτταρικής μεμβράνης μεταξύ των θυγατρικών πυρήνων. Στη μίτωση οι θυγατρικοί πυρήνες είναι πανόμοιοι με τον αρχικό πυρήνα. Η μείωση έχει ως αποτέλεσμα οι θυγατρικοί πυρήνες να έχουν τον μισό αριθμό χρωματοσωμάτων σε σχέση με τον μητρικό κυτταρικό πυρήνα.
Κεντρικό Δόγμα Μοριακής Βιολογίας	Η ροή της γενετικής πληροφορίας από το DNA στο mRNA, την πρωτεΐνη και τελικά στη δομή και λειτουργία του κυττάρου αποτελεί το Κεντρικό Δόγμα της Μοριακής Βιολογίας.
Κληρονομικότητα	Η ικανότητα μεταβίβασης των γενετικών χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους.
Κυτοσίνη	Αζωτούχα βάση των νουκλεοτιδίων.
Κωδικίο	Συνεχής τριάδα βάσεων του mRNA, που κωδικοποιεί ένα συγκεκριμένο αμινοξύ.
Μέθοδος αποτυπωμάτων DNA	Η ανάλυση του DNA ενός ατόμου με χρήση κατάλληλων ενζύμων (περιοριστικών ενδονουκλεασών) που οδηγεί στην εύρεση της ταυτότητας του ατόμου αυτού.
Μείωση	Κυτταρική διαίρεση, κατά την οποία παράγονται κύτταρα με τον μισό αριθμό χρωματοσωμάτων, για να δημιουργηθούν γαμέτες.
Μεσογειακή αναιμία	Πάθηση κατά την οποία, παρατηρείται μη παραγωγή ή ελαττωμένη παραγωγή των πρωτεϊνικών αλυσίδων της αιμοσφαιρίνης. Στην περίπτωση που παρατηρείται στον άνθρωπο μειωμένη ή καθόλου παραγωγή πρωτεϊνικών αλυσίδων α της αιμοσφαιρίνης, τότε παρουσιάζεται η α - Μεσογειακή αναιμία, ενώ όταν παρατηρείται μειωμένη ή καθόλου παραγωγή πρωτεϊνικών αλυσίδων β, τότε παρουσιάζεται η β - Μεσογειακή αναιμία ή Αναιμία του Cooley (Cooley's anaemia).
Μεσόφαση	Είναι η μεγαλύτερη σε διάρκεια φάση του κυτταρικού κύκλου. Είναι η φάση που το ευκαρυωτικό κύτταρο προετοιμάζεται έντονα με διάφορες διαδικασίες για να διαιρεθεί. Το γενετικό υλικό (DNA), βρίσκεται στον πυρήνα, με τη μορφή λεπτών νηματίων χρωματίνης που δεν διακρίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο. Η Φάση αυτή διακρίνεται σε τρία στάδια: G1, S και G2. Σε ένα τυπικό ανθρώπινο κύτταρο, με συνολικό χρόνο κυτταρικού κύκλου 24 ώρες, η Μεσόφαση διαρκεί 23 ώρες και η Κυτταρική Διαίρεση διαρκεί περίπου 1 ώρα.



ΓΛΩΣΣΑΡΙ

ΕΝΝΟΙΑ	ΕΞΗΓΗΣΗ
Μεταγραφή DNA	Η διαδικασία στα ζωντανά κύτταρα κατά την οποία οι γενετικές πληροφορίες του DNA μεταφέρονται σε ένα μόριο αγγελιοφόρου RNA, ως το πρώτο βήμα για την πρωτεΐνο-σύνθεση. Η μεταγραφή γίνεται στον πυρήνα του κυττάρου. Ένα ένζυμο (μεταγραφάση) προχωρεί κατά μήκος της αλυσίδας του DNA και συλλέγει τα νουκλεοτίδια που είναι απαραίτητα για τον σχηματισμό μιας συμπληρωματικής αλυσίδας (mRNA).
Μετάφαση	Το δεύτερο στάδιο της μίτωσης κατά το οποίο τα χρωματοσώματα τοποθετούνται στον ισημερινό, κατά τυχαίο τρόπο.
Μεταφορικό RNA	Είδος RNA που εμπλέκεται στη σύνθεση των αμινοξέων σε μια πρωτεϊνική αλυσίδα, η οποία συντίθεται σε ένα ριβόσωμα. Κάθε αμινοξύ έχει το δικό του μεταφορικό RNA και φέρει μια τριπλέτα βάσεων συμπληρωματική με την τριπλέτα του mRNA.
Μετάφραση του DNA	Η διαδικασία των ζωντανών κυττάρων κατά την οποία οι γενετικές πληροφορίες που είναι κωδικοποιημένες στο αγγελιοφόρο RNA (mRNA), στη μορφή μιας αλληλουχίας τριπλετών βάσεων (κωδικόνια), μεταφράζονται σε μια αλληλουχία αμινοξέων σε μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, κατά τη διάρκεια της σύνθεσης των πρωτεϊνών. Η Μετάφραση του DNA γίνεται στα ριβοσώματα που βρίσκονται στο κυτταρόπλασμα. Τα ριβοσώματα ολισθαίνουν κατά μήκος του αγγελιοφόρου RNA (mRNA), ώστε να διαβάζουν τα κωδικόνια σε σειρά. Μόρια του μεταφορικού RNA (tRNA), καθένα από τα οποία φέρει ένα συγκεκριμένο αμινοξύ, οδηγούνται στη σωστή θέση τους πάνω στο μόριο του mRNA: το ζευγάρι των βάσεων συμβαίνει μεταξύ των βάσεων των κωδικονίων και των συμπληρωματικών τριπλετών βάσεων του tRNA. Με αυτόν τον τρόπο τα αμινοξέα μπαίνουν στη σωστή σειρά για να σχηματίσουν την ανάλογη πολυπεπτιδική αλυσίδα.
Μιτοχονδριακό γενετικό υλικό	Γενετικό υλικό των μιτοχονδρίων του κυττάρου.
Μίτωση	Η διαίρεση ενός κυττάρου για τον σχηματισμό δύο θυγατρικών κυττάρων που το καθένα έχει έναν πυρήνα ο οποίος περιέχει τον ίδιο αριθμό και είδος χρωματοσωμάτων με το μητρικό κύτταρο.
Μονογονία	Αφυλετική αναπαραγωγή
Νόμος της Ομοιομορφίας (1ος Νόμος του Μέντελ)	Ο 1ος Νόμος του Μέντελ ή Νόμος της Ομοιομορφίας καθορίζει ότι 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.

ΕΝΝΟΙΑ	ΕΞΗΓΗΣΗ
Νόμος του Διαχωρισμού (2ος Νόμος του Μέντελ)	Ο 2ος Νόμος του Μέντελ ή Νόμος του Διαχωρισμού καθορίζει ότι όταν διασταυρώνουμε ετερόζυγα άτομα, επανεμφανίζονται στους απογόνους τους τα χαρακτηριστικά των γονέων τους με καθορισμένη αναλογία.
Νουκλεοτίδιο	Η βασική μονάδα των νουκλεϊνικών οξέων. Αποτελείται από μια πεντόζη ενωμένη με μία φωσφορική ομάδα και με μία αζωτούχα βάση.
Ομάδες αίματος	Οι διάφοροι τύποι στους οποίους το αίμα ενός ατόμου μπορεί να ταξινομηθεί και οι οποίοι βασίζονται στην παρουσία ή απουσία ορισμένων πρωτεϊνών στην επιφάνεια των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η γνώση των ομάδων αίματος είναι σημαντική στις μεταγγίσεις αίματος.
Ομόζυγο άτομο	Το άτομο που διαθέτει δύο ίδια αλληλόμορφα για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.
Ομόλογα χρωματοσώματα	Ζευγάρι χρωματοσωμάτων που έχουν το ίδιο σχήμα και μέγεθος και περιέχουν την ίδια σειρά γονιδίων τα οποία ελέγχουν την ίδια ιδιότητα με το ίδιο ή διαφορετικό, ενδεχομένως, τρόπο.
Παράγοντας Ρέζους	Αντιγόνο του οποίου η παρουσία ή η απουσία στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων δημιουργεί τη βάση του συστήματος Ρέζους. Οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν τον παράγοντα ρέζους και θεωρούνται ρέζους θετικοί. Οι άνθρωποι που έχουν έλλειψη του παράγοντα ρέζους θεωρούνται ρέζους αρνητικοί.
Πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια	Στην περίπτωση που, για μια γενετική θέση, τα γονίδια που ελέγχουν κάποιο χαρακτήρα είναι περισσότερα από δύο ονομάζονται πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια.
Πρόφαση	Η πρώτη φάση της κυτταρικής διαίρεσης κατά τη διάρκεια της οποίας τα χρωματοσώματα συστέλλονται και διαχωρίζονται σε χρωματίδες. Στη μίτωση τα χρωματοσώματα παραμένουν χωρισμένα. Στην πρώτη διαίρεση της μείωσης τα ομόλογα χρωματοσώματα συνάπτονται.
Ριβόζη	Μονοσακχαρίτης, που περιέχει στο μόριό του πέντε άτομα άνθρακα και βρίσκεται στα ριβοζονουκλεοτίδια.
Ριβοζο-νουκλεϊνικό οξύ (RNA)	Οργανική ένωση που αποτελείται από μια μακριά αλυσίδα νουκλεοτιδίων, στην οποία το σάκχαρο είναι η ριβόζη και οι βάσεις είναι η αδενίνη, η κυτοσίνη, η γουανίνη και η ουρακίλη.



ΓΛΩΣΣΑΡΙ

ΕΝΝΟΙΑ	ΕΞΗΓΗΣΗ
Ριβοσωμικό RNA (rRNA)	Το Ριβοσωμικό RNA (rRNA) βρίσκεται στα ριβοσώματα, αποτελείται από μόνον μια αλυσίδα νουκλεοτιδίων, που σχηματίζει ελικοειδείς περιοχές από τον συνδυασμό των βάσεων.
Στήμονες	Αρσενικό όργανο αναπαραγωγής ενός άνθους. Αποτελείται από τον ανθήρα και το νήμα.
Συγκολλητινογόνα	Ειδικές πρωτεΐνες (αντιγόνα) που βρίσκονται στη μεμβράνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Τα συγκολλητινογόνα αυτά είναι δύο ειδών, το συγκολλητινογόνο Α και το συγκολλητινογόνο Β. Η ομάδα αίματος κάθε ατόμου καθορίζεται από την παρουσία ή μη των συγκολλητινογόνων Α και Β στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων.
Συγκολλητίνες	Ανάλογα με την ομάδα αίματος κάθε ατόμου, στο πλάσμα του αίματος κυκλοφορούν ειδικά αντισώματα, που ονομάζονται συγκολλητίνες. Οι συγκολλητίνες ενός ατόμου δεν συγκολλούν τα δικά του συγκολλητινογόνα στα ερυθρά του αιμοσφαίρια.
Συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις	Τα ζεύγη των αζωτούχων των αζωτούχων βάσεων Α-Τ, Α-Υ, Γ-Σ.
Τελόφαση	Το τελευταίο στάδιο της κυτταρικής διαίρεσης. Στη μίτωση, οι χρωματίδες, που χωρίζονται η μια από την άλλη κατά την ανάφαση, συγκεντρώνονται στους πόλους της πυρηνικής ατράκτου. Γύρω από κάθε ομάδα χρωματίδων διαμορφώνεται μια πυρηνική μεμβράνη και παράγει δύο θυγατρικούς πυρήνες με τον ίδιο αριθμό και είδος χρωματοσωμάτων, όπως του πυρήνα του μητρικού κυττάρου.
Ύπερος	Το θηλυκό όργανο αναπαραγωγής ενός άνθους.
Υπολειπόμενο γονίδιο	Το αλληλόμορφο του οποίου η δράση δεν εκδηλώνεται σε ετερόζυγη κατάσταση.
Φυλετικά χρωματοσώματα	Χρωματοσώματα που καθορίζουν το φύλο των διαφόρων ειδών. Στα περισσότερα ζώα υπάρχουν δύο είδη φυλετικών χρωματοσωμάτων: το Χ χρωματόσωμα και το Υ χρωματόσωμα. Στον άνθρωπο και σε πολλά ζώα από το συνδυασμό δύο Χ χρωματοσωμάτων προκύπτει θηλυκό άτομο και από το συνδυασμό Χ και Υ προκύπτει αρσενικό. Τα φυλετικά χρωματοσώματα μεταφέρουν γονίδια που καθορίζουν την ανάπτυξη των οργάνων του φύλου και των δευτερογενών φυλετικών χαρακτηριστικών. Επίσης έχουν και άλλα γονίδια που δεν σχετίζονται με το φύλο.

ΕΝΝΟΙΑ	ΕΞΗΓΗΣΗ
Χρωματίδες	Μια νηματοειδής δομή που σχηματίζεται από ένα χρωματόσωμα κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων της κυτταρικής διαίρεσης. Κάθε χρωματόσωμα διαιρείται κατά μήκος σε δύο χρωματίδες, οι οποίες αρχικά συγκρατούνται στο κεντρομερίδιο, και αποχωρίζονται εντελώς στα κατοπινά στάδια. Το DNA του χρωματοσώματος αναπαράγεται ακριβώς έτσι ώστε κάθε χρωματίδα να έχει όλο το ποσό DNA και γίνεται ένα θυγατρικό χρωματόσωμα με τα ίδια ακριβώς γονίδια όπως το αρχικό χρωματόσωμα από το οποίο σχηματίστηκε.
Χρωματίνη	Νουκλεοπρωτεΐνη, που αποτελείται από DNA, RNA και πρωτεΐνες. Κατά την κυτταρική διαίρεση συμπυκνώνεται σε σχηματισμούς που ονομάζονται χρωματοσώματα.
Χρωματοσώματα	Ευδιάκριτες δομές που βρίσκονται στον πυρήνα των φυτικών και ζωικών κυττάρων και σχηματίζονται από τη συμπύκνωση της χρωματίνης κατά την κυτταρική διαίρεση. Τα χρωματοσώματα φέρουν τα γονίδια που καθορίζουν τα ατομικά χαρακτηριστικά ενός οργανισμού.



