

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

# Εργαστηριακός Οδηγός ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Τεύχος Β΄

Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ  
Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ  
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

# **Οδηγός Εργαστηριακών Ασκήσεων Βιολογίας**

Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας

Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου

Τεύχος Β΄

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

### ΟΜΑΔΑ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ

Δρ Βασιλική Αλεπόρου-Μαρίνου, Βιολόγος, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Δρ Αλέξανδρος Αργυροκαστρίτης, Βιολόγος, εκτ. Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Δρ Αικατερίνη Κομητοπούλου, Βιολόγος, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Δρ Περικλής Πιαλόγλου, Βιολόγος, Πειραματικό Γυμνάσιο Αγίων Αναργύρων. Βασιλική Σγουρίτσα, Βιολόγος, Λύκειο Αγίας Τριάδας Αργολίδας.

### ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Δρ Βασιλική Περάκη, Βιολόγος, Σύμβουλος Π. Ι.

### ΟΜΑΔΑ ΚΡΙΣΗΣ

Δρ Βασίλειος Γαλανόπουλος, Βιολόγος, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Δρ Αντώνης Καστόρινης, Βιολόγος, Διευθυντής, 1ο Γυμνάσιο Κηφισιάς.

Αναστασία Καμπούρη, Βιολόγος, Γυμνάσιο Νέας Χαλκηδόνας.

### ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Λία Μπουσούνη, Φιλολόγος.

### ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ

Αλυσίδες DNA (TSI, ΑΠΕΙΡΟΝ ΕΠΕ)

### ΠΗΓΕΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ & ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Εργαστήριο Κυτταρογενετικής, Μαιευτήριο Μητέρα, Καρυότυποι α-δ, σελίδες 28-29

Λία Γαλάνη, σελ. 38

Περικλής Πιαλόγλου, σελ. 44

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

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

# Οδηγός Εργαστηριακών Ασκήσεων Βιολογίας

Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών  
& Σπουδών Υγείας  
Γ' τάξης Γενικού Λυκείου  
Τεύχος Β'

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ  
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



## Περιεχόμενα

Πρόλογος .....	σελ 7
Τα οφέλη του σχολικού εργαστηρίου Βιολογίας .....	σελ 9
Ο δεκάλογος για την ασφάλεια στο εργαστήριο .....	σελ 10
Όργανα και συσκευές σχολικού εργαστηρίου Βιολογίας.....	σελ 13
Εργαστηριακή άσκηση 1 .....	σελ 17
Εργαστηριακή άσκηση 2 .....	σελ 23
Εργαστηριακή άσκηση 3 .....	σελ 29
Εργαστηριακή άσκηση 4 .....	σελ 35
Εργαστηριακή άσκηση 5 .....	σελ 39
Εργαστηριακή άσκηση 6 .....	σελ 43
Εργαστηριακή άσκηση 7 .....	σελ 49
Εργαστηριακή άσκηση 8 .....	σελ 53
Εργαστηριακή άσκηση 9 .....	σελ 57
Βιβλιογραφία.....	σελ 63



## *Αγαπητέ μαθητή, αγαπητή μαθήτριά,*

Τα όσα μαθαίνεις στο μάθημα της Βιολογίας, αλλά και τα όσα, σχεδόν καθημερινά, ακούς για αυτά που συμβαίνουν στο χώρο της βιολογικής έρευνας, σε οδηγούν αναπόφευκτα στη διαπίστωση ότι η Βιολογία είναι μια επιστήμη η οποία βασίζεται στην παρατήρηση και στο πείραμα. Ο τρόπος με τον οποίο αποκτάται η γνώση σχετικά με τα φαινόμενα της ζωής ξεκινά από την άμεση παρατήρηση. Από εκεί και πέρα όμως χρειάζεται να ακολουθηθεί η επιστημονική μέθοδος, που περιλαμβάνει μια σειρά συγκεκριμένων και ιεραρχημένων βημάτων. Στο σημείο αυτό ας επαναλάβουμε συνοπτικά τα βήματα που ακολουθούνται, για να διατυπωθεί ένας νόμος στη Βιολογία:

- Παρατήρηση με βάση την προϋπάρχουσα γνώση και εμπειρία
- Προσδιορισμός του εκάστοτε προβλήματος και διατύπωση συγκεκριμένων ερωτημάτων
- Συλλογή και αξιολόγηση των προϋπαρχόντων επιστημονικών δεδομένων που προσεγγίζουν το ερώτημα
- Διατύπωση συγκεκριμένης υπόθεσης
- Πειραματισμός για τον έλεγχο αυτής της υπόθεσης
- Ανάλυση των δεδομένων
- Ερμηνεία των αποτελεσμάτων
- Διατύπωση θεωρίας και υποβολή της στην επιστημονική κοινότητα για περαιτέρω έλεγχο, κριτική και επιβεβαίωση
- Διατύπωση συγκεκριμένου νόμου.

Παίρνοντας υπόψη τα παραπάνω, ο Εργαστηριακός Οδηγός που κρατάς στα χέρια σου σχεδιάστηκε, για να σε βοηθήσει να κάνεις και εσύ άμεσες παρατηρήσεις σχετικά με βιολογικά φαινόμενα ή διαδικασίες. Να προβληματιστείς και να βγάλεις συμπεράσματα. Με άλλα λόγια να προσεγγίσεις στην πράξη την επιστημονική μέθοδο.

Όπως θα διαπιστώσεις, η γενική δομή των ασκήσεων και των πειραμάτων που ακολουθούν είναι η εξής:

### **Στόχος του πειράματος**

Στην αρχή κάθε άσκησης αναφέρεται ο σκοπός για τον οποίο προτείνεται η διεξαγωγή της.

### **Σύντομο θεωρητικό υπόβαθρο**

Ακολουθεί σύντομη θεωρητική ενημέρωση σχετικά με ορισμένες βασικές έννοιες, τεχνικές και εφαρμογές. Έτσι, πιστεύουμε ότι θα επαναφέρεις στη μνήμη σου γνωστές έννοιες, θα διευκολυνθείς στην απόκτηση νέων και θα συνειδητοποιήσεις τις πρακτικές εφαρμογές.

### **Χρονική διάρκεια**

Αναφέρεται ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για την πραγματοποίηση της άσκησης.

### **Προπαρασκευή**

Αναφέρεται στην προετοιμασία που είναι απαραίτητη, για να πραγματοποιηθεί το πείραμα.

### **Υλικά και όργανα**

Αναφέρονται τα υλικά και τα όργανα τα οποία απαιτούνται για την πραγματοποίηση της άσκησης.

### **Τρόπος διεξαγωγής**

Οι οδηγίες για την εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων που προτείνονται είναι λεπτομερείς, και αυτό θα σε βοηθήσει να τις υλοποιήσεις χωρίς τεχνικά προβλήματα.

### **Καταγραφή αποτελεσμάτων**

Εδώ σου υποδεικνύεται ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος να καταχωρίζεις τα αποτελέσματα του πειράματος, ώστε να μπορείς στη συνέχεια να τα αξιολογήσεις.

### **Φύλλο εργασίας**

Σ' αυτό περιλαμβάνονται μία σειρά από ερωτήσεις που αφορούν την πορεία εκτέλεσης του πειράματος, καθώς και τα αποτελέσματα και οι παρατηρήσεις που αφορούν το πείραμα. Κάποιες φορές τα αποτελέσματα από μια άσκηση μπορεί να είναι διαφορετικά από αυτά που περίμενες. Δεν έχεις παρά να ξαναδοκιμάσεις. Προηγουμένως, βέβαια, θα πρέπει να προσπαθήσεις να προσδιορίσεις τους παράγοντες που οδήγησαν στο διαφορετικό αποτέλεσμα. Μην ξεχνάς, άλλωστε, ότι η επανάληψη των πειραμάτων είναι μια πάγια και επιβεβλημένη εργαστηριακή πρακτική.

## Τα οφέλη του σχολικού εργαστηρίου Βιολογίας

Η διεξαγωγή των ασκήσεων του Εργαστηριακού Οδηγού απαιτεί μεθοδικότητα, προσοχή και ακριβή τήρηση των οδηγιών που σου δίνονται από τον καθηγητή σου και από το ίδιο το βιβλίο. Δουλεύοντας με τον τρόπο αυτό, σύντομα θα διαπιστώσεις ότι οι ασκήσεις αυτές σε βοηθούν να κατανοήσεις βασικές έννοιες της Βιολογίας, τις οποίες συναντάς κατά τη διδασκαλία του μαθήματος, και να τις συσχετίσεις με τα αποτελέσματα των εργαστηριακών ασκήσεων. Πιστεύουμε πραγματικά ότι η διεξαγωγή αυτών των πειραμάτων θα βοηθήσει να αποκτήσεις πραγματικό ενδιαφέρον για τη Βιολογία και να αισθάνεσαι ευχάριστα, όταν εργάζεσαι στο εργαστήριο. Επιπλέον θα συνεισφέρουν:

- στο να αναπτυχθεί η περιέργειά σου γύρω από επιστημονικά θέματα, και παράλληλα το ερευνητικό και κριτικό πνεύμα σου,
- στην κατανόηση βασικών επιστημονικών εννοιών, που έχουν σχέση με την καθημερινότητα,
- στην εξοικείωση με τα εργαστηριακά όργανα και τις συσκευές,
- στην κατανόηση της σημασίας που έχει η ακρίβεια των πειραματικών παρατηρήσεων και μετρήσεων,
- στην απόκτηση οργανωμένου τρόπου καταγραφής των παρατηρήσεων ή των μετρήσεων, της εξαγωγής συμπερασμάτων και της διατύπωσής τους,
- στην απόκτηση υπευθυνότητας, αυτοπεποίθησης και πνεύματος ομαδικότητας στη συνεργασία σου με τους συμμαθητές και τον καθηγητή σου,
- στην αναγνώριση της αναγκαιότητας για τεκμηριωμένη υποστήριξη των απόψεών σου,
- στην ανάπτυξη της ικανότητας να αξιοποιείς τα απροσδόκητα πειραματικά αποτελέσματα, για να γνωρίσεις βαθύτερα τους μηχανισμούς του φαινομένου που μελετάς,
- στην αναγνώριση της συμβολής της πειραματικής έρευνας στην ανάπτυξη της Βιολογίας.

## Ο Δεκάλογος για την Ασφάλεια στο Εργαστήριο

Η ασφάλεια στον εργαστηριακό χώρο είναι απαραίτητος κανόνας και προϋποθέτει υπευθυνότητα. Όσοι λοιπόν εργάζονται στο εργαστήριο θα πρέπει να παίρνουν προφυλάξεις, ώστε να μην προκληθεί ατύχημα, γιατί ασφάλεια εξασφαλίζεται μόνο, όταν αυτή είναι κοινός στόχος όλων. Οι κίνδυνοι που παραμονεύουν έχουν σχέση με τα όργανα που χρησιμοποιούμε για θέρμανση (π.χ. τα γκαζάκια), με το ηλεκτρικό ρεύμα, με τις χημικές ουσίες (αντιδραστήρια) που χρησιμοποιούμε, και με τα βιολογικά υλικά (παρασκευάσματα, καλλιέργειες μικροοργανισμών κ.ά.).

Έτσι, λοιπόν, στον χώρο του σχολικού εργαστηρίου μην ξεχνάς ότι:

- 1. Το εργαστήριο είναι χώρος εκτέλεσης συγκεκριμένων πειραμάτων ή ασκήσεων.** Αυτό σημαίνει ότι πριν από κάθε πείραμα διαβάζουμε προσεκτικά τις οδηγίες της εργασίας, γνωρίζουμε πολύ καλά τι προβλέπει η άσκηση που θέλουμε να διεκπεραιώσουμε και ποια είναι η πορεία της εργασίας. Επίσης, τηρούμε τις οδηγίες που δίνονται στον Εργαστηριακό Οδηγό και συμβουλευόμαστε τον υπεύθυνο καθηγητή για τυχόν απορίες. Είναι αυτονόητο ότι δεν επιχειρούμε πειράματα που δεν περιλαμβάνονται στην καθορισμένη εργασία της ημέρας.
- 2. Πριν ξεκινήσουμε την εργασία μας στο εργαστήριο,** καλύπτουμε με επίδεσμο οποιαδήποτε πληγή μπορεί να υπάρχει στο δέρμα μας. Κατά τη διάρκεια της άσκησης φροντίζουμε να είναι καθαρά τα χέρια μας, να είναι δεμένα, αν χρειάζεται, τα μαλλιά μας και να φοράμε, σε κάποιες περιπτώσεις, μπλουζα εργαστηρίου και προστατευτικά γυαλιά.
- 3. Δεν επιτρέπεται να καταναλώνουμε τρόφιμα, αναψυκτικά κτλ.** στο χώρο του Εργαστηρίου. Στο εργαστήριο υπάρχουν τοξικές και επικίνδυνες ουσίες, με τις οποίες θα μπορούσαν αυτά να έρθουν σε επαφή.
- 4. Χρησιμοποιούμε μόνο όσα αντιδραστήρια έχουν σχέση με το πείραμα που θα πραγματοποιήσουμε και διαθέτουν ετικέτα στη συσκευασία τους, η οποία αναφέρει το περιεχόμενό τους.** Δεν τα δοκιμάζουμε και δεν τα μυρίζουμε.
- 5. Χειριζόμαστε με ιδιαίτερη προσοχή τα γυαλίνα σκεύη του εργαστηρίου.** Δεν ασκούμε πίεση επάνω τους, επειδή είναι πιθανό να σπάσουν και να μας τραυματίσουν.
- 6. Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων:**

- α) Η αναρρόφηση με οποιονδήποτε τύπο πιπέττας (σιφωνίου) γίνεται **πάντοτε** με τη βοήθεια πλαστικού αναρροφητήρα (πουάρ) και **ποτέ** με το στόμα.
- β) Πάνουμε πάντοτε με ειδική λαβίδα τη λαβή οποιουδήποτε γυάλινου ή μεταλλικού δοχείου μέσα στο οποίο έχει θερμομανθεί κάτι.
- γ) Απαγορεύεται η άμεση θέρμανση με γυμνή φλόγα εύφλεκτων ουσιών, όπως, για παράδειγμα, της αλκοόλης, καθώς και το πλησίον τους σε αναμμένο λύχνο.
- δ) Ποτέ δε στρέφουμε δοκιμαστικό σωλήνα που θερμαίνουμε στο πρόσωπό μας ή στο πρόσωπο άλλων.
- ε) Ποτέ δεν ανακατεύουμε δύο αντιδραστήρια στην τύχη.
- στ) Ποτέ δεν πιάνουμε στερεό αντιδραστήριο με το χέρι. Χρησιμοποιούμε πάντοτε σπάτουλα (ή λαβίδα).
- ζ) Πάντοτε κολλάμε μια ετικέτα με τα χαρακτηριστικά του αντιδραστηρίου που παρασκευάσαμε στο μπουκάλι στο οποίο θα αποθηκευτεί.
- η) Δεν αφήνουμε το λύχνο αναμμένο, αν δεν τον χρειαζόμαστε.

#### 7. Για τις περιπτώσεις μικροατυχημάτων:

- α) Αναφέρουμε στον υπεύθυνο καθηγητή κάθε τραυματισμό (ακόμη και τον μικρότερο) ή ατύχημα, **αμέσως** μόλις αυτό συμβεί.
- β) Στην περίπτωση μικρού εγκαύματος ξεπλένουμε την περιοχή με κρύο νερό. Το ίδιο κάνουμε και αν κάποια χημική ουσία πέσει στο δέρμα ή στα μάτια μας. Στην τελευταία περίπτωση ίσως είναι σκόπιμο να επισκεφτεί κανείς στη συνέχεια τον οφθαλμίατρο. Αν, κατά λάθος, κάποιος καταπιεί μια χημική ουσία, ειδοποιούμε αμέσως το γιατρό, ο οποίος θα πρέπει να ενημερωθεί με ακρίβεια για το είδος και την ποσότητα της ουσίας. Σε περίπτωση επαφής του δέρματος ή των οφθαλμών με καυστικές ή τοξικές ουσίες πλένουμε το συγκεκριμένο μέρος του σώματος με άφθονο νερό και ειδοποιούμε αμέσως τον υπεύθυνο του εργαστηρίου.

#### 8. Για οποιοδήποτε ζήτημα προκύψει ειδοποιούμε πάντοτε τον υπεύθυνο του εργαστηρίου.

#### 9. Στο τέλος της άσκησης:

- α) Πλένουμε προσεκτικά (με νερό και σαπούνι) τα σκεύη που χρησιμοποιήσαμε και τα στεγνώνουμε, ώστε να είναι έτοιμα για την επόμενη άσκηση.
- β) Σβήνουμε το λύχνο ή το γκαζάκι και αποσυνδέουμε από το ηλεκτρικό ρεύμα όργανα και συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν, εκτός αν η άσκηση απαιτεί διαφορετικά.
- γ) Μετά το πείραμα πλένουμε τα χέρια μας.

#### 10. Πριν αποχωρήσουμε από το εργαστήριο, βεβαιωνόμαστε ότι αφήσαμε τη θέση εργασίας καθαρή και χωρίς ξένα προς την εργασία αντικείμενα. Ρωτούμε τον υπεύθυνο καθηγητή για το πού θα πεταχθούν ή θα αποθηκευτούν τα άχρηστα υλικά ή αντικείμενα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος.

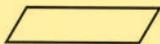
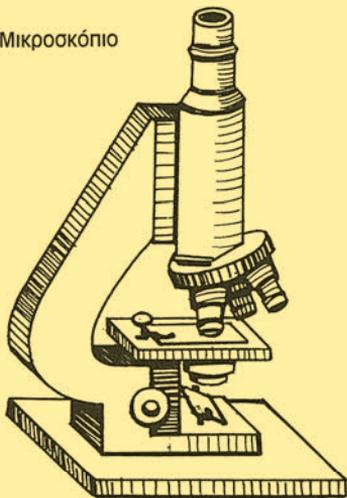




**Όργανα και συσκευές  
ενός σχολικού  
εργαστηρίου Βιολογίας**



Μικροσκόπιο



Αντικειμενοφόρος  
πλάκα



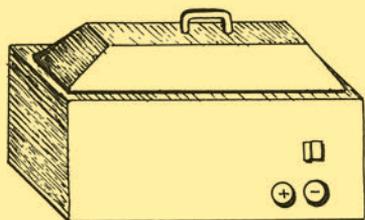
Γυαλί ρολογιού



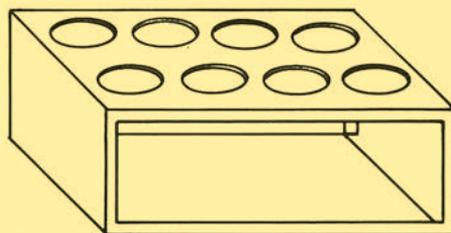
Μεγεθυντικός  
φακός



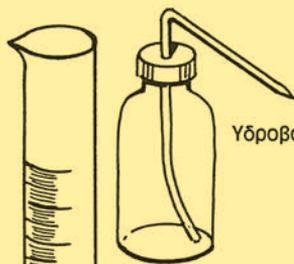
Πώματα



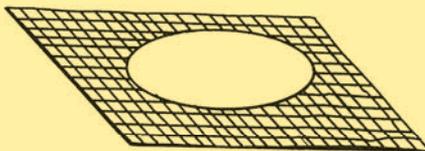
Υδατόπυτρο



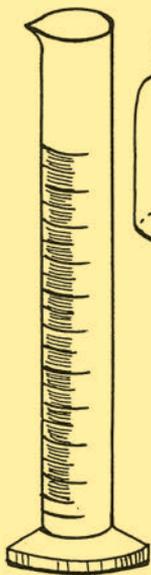
Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων



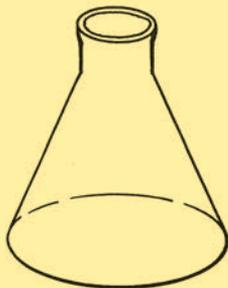
Υδροβολέας



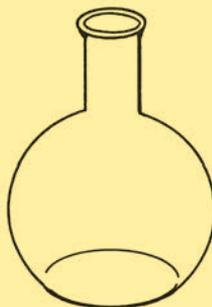
Πλέγμα θέρμανσης



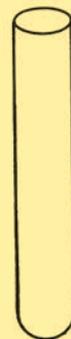
Ογκομετρικός  
κύλινδρος



Κωνική φιάλη



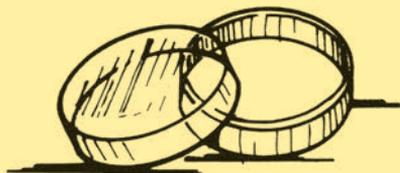
Ογκομετρική φιάλη



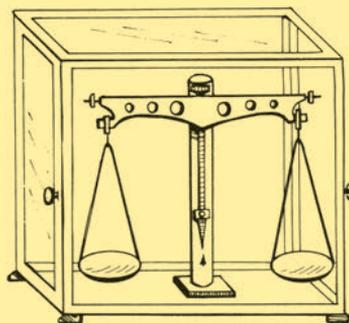
Δοκιμαστικός σωλήνας



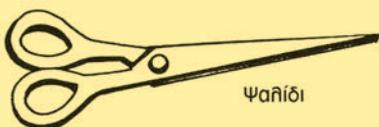
Χωνί



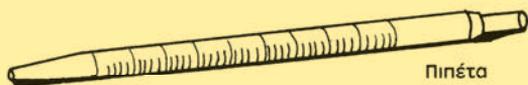
Τρυβήλιο (ή τρύβηλιο) (petri)



Ζυγός



Ψαλίδι



Πιπέτα



Βούρτσα



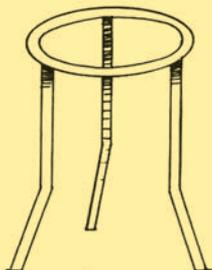
Ποτήρι ζέσης



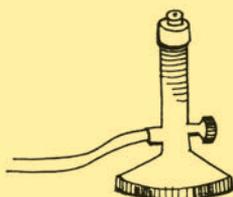
Σταγονόμετρο



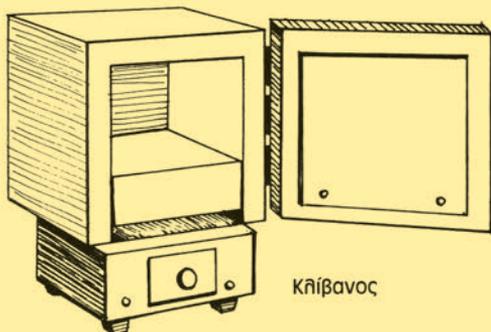
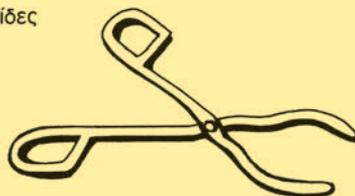
Λαβίδες



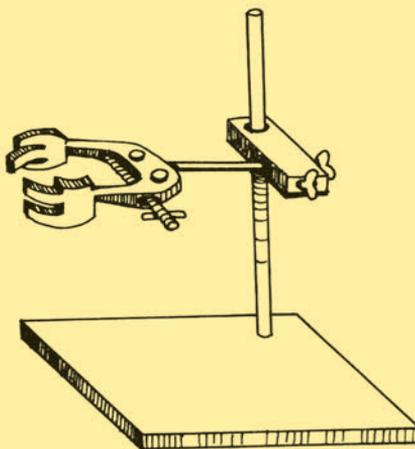
Τρίποδας



Λύχνος Bunsen



Κλίβανος



Ορθοστάτης με λαβίδα



# Εργαστηριακή Άσκηση 1

## Απομόνωση νουκλεϊκών οξέων (DNA και RNA από φυτικά κύτταρα)

### Στόχος του πειράματος

Το πείραμα αυτό στοχεύει να σε εξοικειώσει με τα νουκλεϊκά οξέα. Έχοντας διαβάσει για το DNA και το RNA, τα οποία περιέχονται σε κάθε είδους κύτταρα, καλείσαι να πειραματιστείς στην απομόνωσή τους. Θα χρησιμοποιήσεις φυτικά κύτταρα από κρεμμύδι. Αρκετά από τα υλικά που θα μεταχειριστείς είναι σχεδόν καθημερινής χρήσης. Όσο και αν έχουν μυθοποιηθεί στις μέρες μας τα μακρομόρια αυτά και οι πληροφορίες που φέρουν, στο τέλος του πειράματος θα έχεις, ελπίζουμε, την ευχαρίστηση να τα «κρατάς στα χέρια σου».

### Σύντομο θεωρητικό υπόβαθρο

Όπως θα θυμάσαι, στα πρώτα κεφάλαια του βιβλίου είχαμε παρομοιάσει το DNA ενός οργανισμού με ένα μοριακό «σκληρό δίσκο», που περιέχει αποθηκευμένες ακριβείς οδηγίες, οι οποίες καθορίζουν τη δομή και τη λειτουργία του οργανισμού, και οι οποίες αποτελούν τα κληρονομικά χαρακτηριστικά του. Επίσης, είχαμε αναλύσει το λεγόμενο κεντρικό δόγμα της Μοριακής Βιολογίας, τη μεταφορά δηλαδή της πληροφορίας που περιέχει το DNA στο RNA με τη διαδικασία της μεταγραφής. Το RNA μεταφέρει με τη σειρά του, μέσω της διαδικασίας της μετάφρασης, την πληροφορία στο σύστημα σύνθεσης των πρωτεϊνών, που είναι υπεύθυνες για τη δομή και τη λειτουργία των κυττάρων και, κατ' επέκταση, και των οργανισμών. Η πληροφορία για την οποία γίνεται λόγος υπάρχει σε συγκεκριμένες αλληλουχίες του DNA, στα γονίδια, τα οποία καθορίζουν, τελικά, τη σειρά των αμινοξέων στην πρωτεΐνη. Υπενθυμίζουμε ακόμη ότι τα γονίδια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, και συγκεκριμένα στα γονίδια που μεταγράφονται σε αγγελιοφόρο RNA και μεταγράφονται στη συνέχεια, για να δώσουν πρωτεΐνες, και στα γονίδια που μεταγράφονται και παράγουν μεταφορικό RNA, ριβοσωμικό RNA και μικρό πυρηνικό RNA.

## Χρονική διάρκεια

Το πείραμα αυτό διαρκεί 35 περίπου λεπτά.

## Προπαρασκευή

Η αιθανόλη που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να είναι παγωμένη. Γι' αυτό τοποθετήστε την στην κατάψυξη σε ένα καλά κλεισμένο πλαστικό δοχείο τουλάχιστον 24 ώρες πριν από τη διεξαγωγή του πειράματος.

## Υλικά και όργανα

- Μπλέντερ κουζίνας
- κοφτερό μαχαίρι λαχανικών
- μεγάλο πλαστικό χωνί
- τριμμένος πάγος
- δύο ποτήρια ζέσεως χωρητικότητας 250 ml
- φίλτρο καφετιέρας
- ένα κρεμμύδι μεσαίου μεγέθους
- 10 ml υγρό πιάτων (όχι συμπυκνωμένο)
- 3 γραμμάρια μαγειρικό αλάτι ή NaCl
- 100 ml απεσταγμένο H<sub>2</sub>O
- πιπέτα ή μία σύριγγα των 10 ml για την ογκομέτρηση των υγρών
- ένας γυάλινος δοκιμαστικός σωλήνας
- γυάλινη ράβδος ανάδευσης
- 2-3 σταγόνες διαλύματος 0.1 g /100 ml του ενζύμου πρωτεϊνάση ή πεψίνη (1 g/100 ml)
- 6 ml παγωμένη αιθανόλη

## Τρόπος διεξαγωγής

● Προσθέστε το αλάτι στο υγρό πιάτων, συμπληρώστε με απεσταγμένο νερό μέχρι τα 100 cm<sup>3</sup> και ανακατέψτε καλά, ώστε να διαλυθεί όλη η ποσότητα του αλατιού.

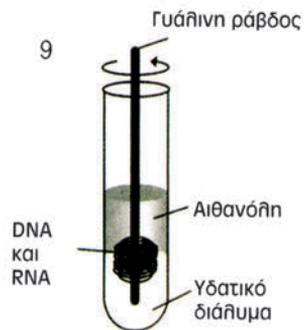
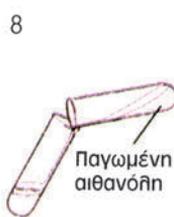
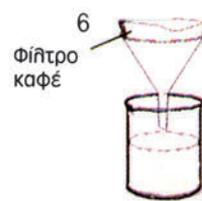
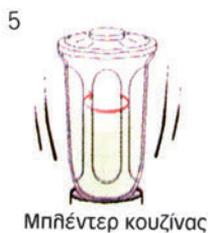
● Κόψτε το κρεμμύδι σε μικρούς κύβους (περίπου 5 x 5mm) και προσθέστε τα κομμάτια του κρεμμυδιού στο διάλυμα του υγρού πιάτων.

● Τοποθετήστε το δοχείο στο υδατόλουτρο, που έχει ρυθμιστεί στους 60° C, για 15 ακριβώς λεπτά (εικ. 3). Στην υψηλή αυτή θερμοκρασία επιταχύνεται η διαδικασία της λύσης (σπασίματος) των κυττάρων, ενώ παράλληλα αδρανοποιούνται και πολλές από τις νουκλεάσεις των ίδιων των κυττάρων.

● Ψύξτε στη συνέχεια το δοχείο, τοποθετώντας το στον τριμμένο πάγο για 5 λεπτά και αναδεύοντας το διάλυμα κάθε μισό λεπτό.

● Ρίξτε το διάλυμα στο μπλέντερ κουζίνας και ομογενοποιήστε το για ακριβώς 5 δευτερόλεπτα (εικ. 5). Είναι σημαντικό να τηρήσετε το χρόνο ομογενοποίησης, γιατί διαφορετικά σε μεγαλύτερο χρόνο το μακρομοριακό DNA καταπονείται μηχανικά και σπάει σε μικρά κομμάτια.

● Φιλτράρετε το ομογενοποιημένο υγρό περνώντας το από το χωνί με το φίλτρο και συλλέξτε το διαυγές διάλυμα σε ένα καθαρό δοχείο (εικ. 6).



- Με μια πιπέτα ή με μία πλαστική σύριγγα αναρροφήστε 10 ml υγρού και μεταφέρετέ τα στο γυάλινο δοκιμαστικό σωλήνα.
- Προσθέστε 2-3 σταγόνες διαλύματος πρωτεϊνάσης ή πεψίνης και αναδεύστε ήπια (εικ. 7).
- Προσθέστε την παγωμένη αιθανόλη αργά και προσεκτικά, έτσι ώστε να σχηματίσει ένα στρώμα πάνω από το διάλυμα με το εκχύλισμα του κρεμμυδιού (εικ. 8).
- Ας μείνει «ανενόχλητος» ο δοκιμαστικός σωλήνας για μερικά λεπτά. Τα νουκλεϊκά οξέα θα αρχίσουν να συσσωρεύονται στη φάση της αιθανόλης.
- «Ψαρέψτε» τα νουκλεϊκά οξέα στριφογυρίζοντας ήπια τη γυάλινη εργαστηριακή ράβδο (εικ. 9).
- Σηκώστε τη ράβδο σε γωνία 45° με το νήμα των νουκλεϊκών οξέων προς τα επάνω, και αφήστε την αιθανόλη να στραγγίξει και στη συνέχεια να εξατμιστεί.





## Φύλλο εργασίας

ΑΣΚΗΣΗ 1η.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: .....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: .....

- α. Σε τι νομίζετε ότι συνεισφέρει το υγρό πιάτων (σαπούνι) στη διαδικασία απελευθέρωσης των νουκλεϊκών οξέων στο διάλυμα;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- β. Για ποιο λόγο, κατά τη γνώμη σας, φιλτράρουμε το διάλυμα των σπασμένων κυττάρων; Τι νομίζετε ότι κατακρατείται στο φίλτρο και τι περνάει στο διήθημα;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- γ. Ποιος μπορεί να είναι ο ρόλος της πρωτεΐνάσης;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- δ. Γιατί πρέπει να αδρανοποιηθούν οι νουκλεάσεις των κυττάρων στη διαδικασία απομόνωσης του DNA;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



ε. Γιατί το DNA είναι ορατό μετά την προσθήκη της αιθανόλης;

.....

.....

.....

.....

.....

# Εργαστηριακή Άσκηση 2

## Αντιγραφή και έκφραση της γενετικής πληροφορίας

### Στόχος της άσκησης

Η άσκηση αυτή αποσκοπεί στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αποκωδικοποιείται η γενετική πληροφορία. Για το λόγο αυτό, δίνοντάς σου μια αλληλουχία mRNA και παρέχοντάς σου το γενετικό κώδικα, σε καλεί να βρεις την αλληλουχία των αμινοξέων της πολυπεπτιδικής αλυσίδας που προκύπτει.

### Σύντομο θεωρητικό υπόβαθρο

Η πρωτεϊνοσύνθεση θα μπορούσε να παρομοιαστεί με μια μετάφραση από τη γλώσσα των νουκλεοτιδικών βάσεων στη γλώσσα των αμινοξέων. Έτσι, η αλληλουχία των βάσεων του mRNA καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες με βάση έναν κώδικα αντιστοίχισης νουκλεοτιδίων mRNA με αμινοξέα πρωτεϊνών, που ονομάζεται **γενετικός κώδικας**. Με βάση αυτό τον κώδικα, τρία νουκλεοτίδια (τριπλέτα) αντιστοιχούν σε ένα αμινοξύ, το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο, και κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο. Στο γενετικό κώδικα υπάρχουν επίσης κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης είναι το AUG και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης: τα UAG, UGA και UAA. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

### Δεδομένα

α) Η αλληλουχία βάσεων ενός mRNA:

```
1 5' GCUGCAUCAG AAGAGGCCAU CAAGCACAU C ACUGUCCUUC UGCCAUGGCC CUGUGGAUGC
61 GCCUCUUGCC CCUGCUGGCG CUGCUGGCC UCUUGGGGACC UGACCCAGCC GCAGCCUUUG
121 UGAACCAACA CCUGUGCGGC UCACACCUUG UGGAAGCUUC CUACCUAGUG UGCGGGGAAC
181 GAGGCUUCUU CUACACACCC AAGACCCGCC GGGAGGCAGA GGACCUAGCAG GUGGGGCAGG
241 UGGAGCUGGG CGGGGGCCCU GGUGCAGGCA GCCUGCAGCC CUUGGCCUUG GAGGGGUCCC
301 UGCAGAAGCG UGGCAUUGUG GAACAAUGCU GUACCAGCAU CUGCUCCUC UACCAGCUGG
361 AGAACUACUG CAACUAGACG CAGCCCGCAG GCAGCCCCCC ACCCGCCGCC UCCUGCACCG
421 AGAGAGAUGG AAUAAAGCCC UUGAACCAGC 3'
```

β) Ο γενετικός κώδικας:

Γενετικός κώδικας									
		Δεύτερο γράμμα							
		U	C	A	G				
Πρώτο γράμμα	U	UUU } φαινυλαλανίνη UUC } (phe)	UCU } UCC } σερίνη (ser)	UAU } τυροσίνη UAC } (tyr)	UGU } κυστεΐνη UGC } (cys)	U C A G	Τρίτο γράμμα		
		UUA } λευκίνη UUG } (leu)	UCA } UCG }	UAA } λήξη UAG } λήξη	UGA } λήξη UGG } τρυπτοφάνη (trp)				
		C	CUU } CUC } λευκίνη (leu)	CCU } CCC } προλίνη (pro)	CAU } ιστιδίνη CAC } (his)			CGU } CGC } αργινίνη (arg)	U C A G
			CUA } CUG }	CCA } CCG }	CAA } γλουταμίνη CAG } (gln)			CGA } CGG }	
			A	AUU } AUC } ισολευκίνη AUA } (iso)	ACU } ACC } θρεονίνη (thr)			AAU } ασπαραγίνη AAC } (asn)	
		AUA } AUG } μεθειονίνη (met) έναρξη		ACA } ACG }	AAA } λυσίνη AAG } (lys)			AGA } αργινίνη AGG } (arg)	
	G	GUU } GUC } βαλίνη (val)		GCU } GCC } αλανίνη (ala)	GAU } ασπαρτικό οξύ GAC } (asp)	GGU } GGC } γλυκίνη (gly)		U C A G	
		GUA } GUG }		GCA } GCG }	GAA } γλουταμινικό οξύ GAG } (glu)	GGA } GGG }			

γ) Η ονοματολογία και οι συντμήσεις των 20 αμινοξέων:

AMINOΞΥ	Συμβολισμός αμινοξέος με τρία γράμματα	Συμβολισμός αμινοξέος με ένα γράμμα
αλανίνη	Ala	A
αργινίνη	Arg	R
ασπαραγίνη	Asn	N
ασπαραγινικό οξύ	Asp	D
κυστεΐνη	Cys	C
γλουταμίνη	Gln	Q
γλουταμινικό οξύ	Glu	E
γλυκίνη	Gly	G
ιστιδίνη	His	H
ισολευκίνη	Ile	I
λεύκίνη	Leu	L
λυσίνη	Lys	K
μεθειονίνη	Met	M
φενυλαλανίνη	Phe	F
προλίνη	Pro	P
σερίνη	Ser	S
θρεονίνη	Thr	T
τρυπτοφάνη	Trp	W
τυροσίνη	Tyr	Y
βαλίνη	Val	V

## Τρόπος διεξαγωγής της άσκησης

Γράψτε, με τη βοήθεια του γενετικού κώδικα, την πρωτεΐνη που προκύπτει:

- Το κωδικόνιο έναρξης **AUG** της νουκλεοτιδικής αλληλουχίας σημειώνεται με έντονα γράμματα (θέση 45).
- Σημειώστε τις τριπλέτες των νουκλεοτιδίων που ακολουθούν, μέχρι να συναντήσετε το πρώτο κωδικόνιο τερματισμού (UGA, UAG ή UAA).
- Αναζητήστε στον πίνακα με το γενετικό κώδικα τα αμινοξέα που αντιστοιχούν σε κάθε κωδικόνιο και σημειώστε τα με τη σειρά, το ένα μετά το άλλο, έτσι ώστε να σχηματίσετε στο τετράδιό σας την αλληλουχία της πεπτιδικής αλυσίδας που προκύπτει.
- Για την εκτέλεση αυτής της άσκησης είναι καλύτερα να συνεργαστείτε ανά δύο άτομα.





## Φύλλο εργασίας

ΑΣΚΗΣΗ 2η.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: .....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: .....

α. Συγκρίνετε την αλληλουχία αμινοξέων που προέκυψε με την παρακάτω αλληλουχία:

MALWMRLLPLLALLALWGPDRAAAFVNQHLCSHLEALYLVGGGERGFFYTPK  
TRREAEDLQVGQVELGGGPGAGSLQPLALEGSLQKAGIVEQCCTSICSLYQLE  
NYCN

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

β. Τι διαπιστώνετε σχετικά με το είδος του mRNA της συγκεκριμένης άσκησης;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....





# Εργαστηριακή Άσκηση 3

## Κυτταρογενετική: Ανάλυση καρυοτύπου

### Στόχος του πειράματος

Στην άσκηση αυτή καλείσαι να επιστρατεύσεις την παρατηρητικότητα και τις γνώσεις σου, για να βγάλεις τη δική σου διάγνωση σχετικά με μια σειρά από καρυότυπους που απεικονίζονται πιο κάτω. Τέτοιου τύπου διαγνώσεις έχουν αποφασιστική σημασία στη διάγνωση χρωμοσωμικών ανωμαλιών, στον προσδιορισμό του φύλου ενός εμβρύου, στη χαρτογράφηση του γενετικού υλικού κτλ.

### Σύντομο θεωρητικό υπόβαθρο

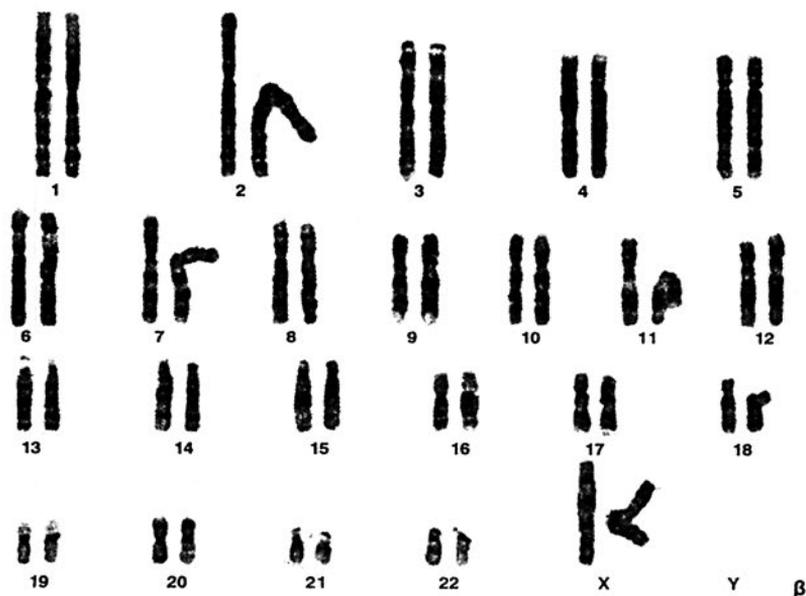
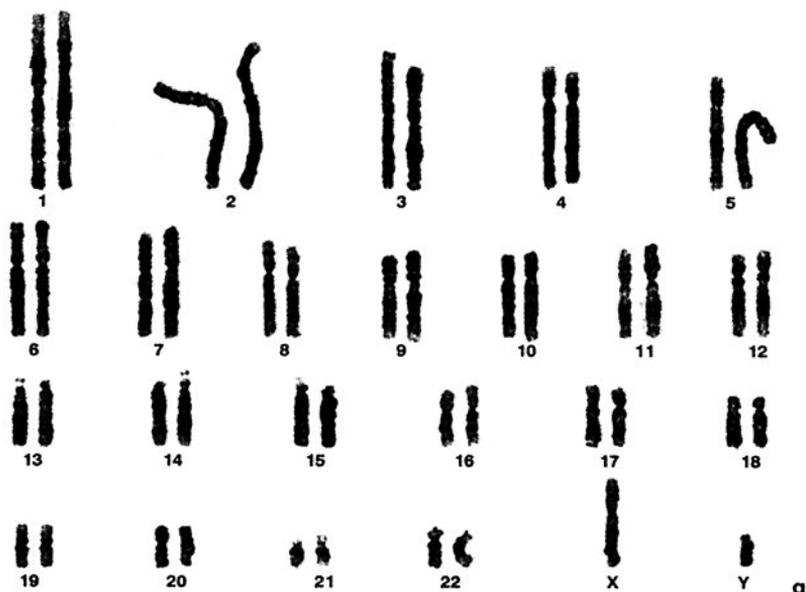
Η μικροσκοπική παρατήρηση και μελέτη των χρωμοσωμάτων είναι δυνατή μόνο σε κύτταρα τα οποία διαιρούνται. Συγκεκριμένα, τα χρωμοσώματα μελετιούνται στο στάδιο της μετάφασης, όπου εμφανίζουν το μεγαλύτερο βαθμό συσπείρωσης και είναι ευδιάκριτα. Κάθε φυσιολογικό μεταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες, οι οποίες συγκροτούνται στο κεντρομερίδιο. Το κεντρομερίδιο «διαίρει» κάθε χρωματίδα σε δύο βραχίονες, σε ένα μεγάλο και σε ένα μικρό. Τα μεταφασικά χρωμοσώματα ταξινομούνται από τους κυτταρογενετιστές σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος, και η απεικόνισή τους με τον τρόπο αυτό αποτελεί τον **καρυότυπο** ενός κυττάρου ή ενός ατόμου. Στον άνθρωπο τα φυσιολογικά αρσενικά και θηλυκά άτομα έχουν στον πυρήνα των σωματικών κυττάρων τους 23 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Από τα 23 ζεύγη τα 22 (*αυτοσωμικά* χρωμοσώματα) είναι μορφολογικά ίδια στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα. Το 23<sup>ο</sup> ζεύγος (*φυλετικό*) στα θηλυκά άτομα αποτελείται από δύο Χ χρωμοσώματα, ενώ στα αρσενικά από ένα Χ και από ένα Υ χρωμόσωμα, που είναι μικρότερο σε μέγεθος από το Χ. Στον άνθρωπο η παρουσία του Υ χρωμοσώματος καθορίζει το αρσενικό άτομο, ενώ η απουσία του το θηλυκό άτομο.

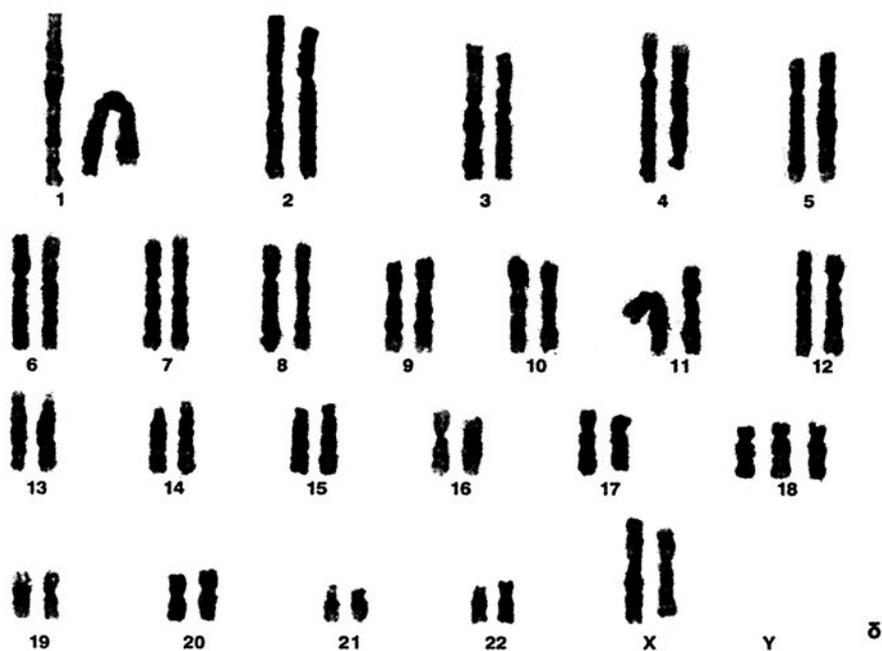
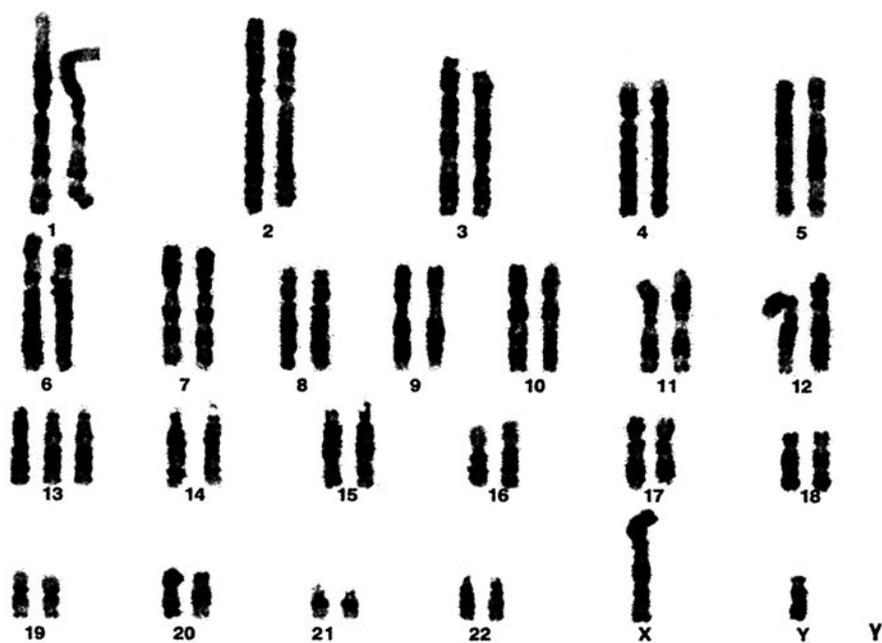
### Υλικά

Για τη διεξαγωγή αυτής της άσκησης σου παρέχονται φωτογραφίες καρυοτύπων πέντε ατόμων. Για την κατασκευή των καρυοτύπων μεταφασικό χρωμοσώματα φωτογραφήθηκαν από ειδική βιντεοκάμερα προσαρμοσμένη στο μικροσκόπιο. Στη συνέχεια, έγινε επεξεργασία της εικόνας με ειδικό λογισμικό στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, και τα χρωμοσώματα ταξινομήθηκαν σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος.

## Τρόπος διεξαγωγής της άσκησης

Παρατηρήστε προσεκτικά τον αριθμό και το είδος των αυτοσωμικών και φυ-  
λετικών χρωμοσωμάτων στους καρυοτύπους α-δ.









ΑΣΚΗΣΗ 3η.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: .....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: .....

- α. Προσδιορίστε το φύλο του ατόμου για κάθε καρυότυπο από α-δ. Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- β. Δώστε απάντηση σχετικά με το εάν τα άτομα είναι φυσιολογικά ή όχι. Στην περίπτωση που ένα άτομο δεν είναι φυσιολογικό, προσδιορίστε το είδος της χρωμοσωμικής ανωμαλίας. Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



γ. Με κριτήριο τη θέση του κεντρομεριδίου ενός χρωμοσώματος διακρίνουμε τρεις ομάδες χρωμοσωμάτων: τα μετακεντρικά, στα οποία το κεντρομερίδιο βρίσκεται περίπου στο μέσον του χρωμοσώματος (για παράδειγμα, το χρωμόσωμα 1 του ανθρώπου), τα ακροκεντρικά, όπου το κεντρομερίδιο βρίσκεται κοντά στο άκρο του χρωμοσώματος (π.χ. το χρωμόσωμα 13 του ανθρώπου) και, τέλος, τα υπομετακεντρικά, στα οποία το κεντρομερίδιο βρίσκεται σε ενδιάμεση θέση (π.χ. το χρωμόσωμα 4 του ανθρώπου). Εντοπίστε στις φωτογραφίες με τους καρυότυπους χρωμοσώματα που ανήκουν στις τρεις αυτές κατηγορίες.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# Εργαστηριακή άσκηση 4

## Εργαστηριακή παραγωγή γιαουρτιού

### Στόχος του πειράματος

Στο απλό αυτό πείραμα θα διαπιστώσεις ότι η Βιοτεχνολογία δεν είναι πάντοτε μια πολύπλοκη υπόθεση. Δεν είναι εξάλλου τυχαίο ότι οι Αιγύπτιοι παρήγαγαν μπίρα πριν από 9.000 χρόνια ή ότι οι κάτοικοι της Μεσοποταμίας καλλιεργούσαν αμπέλια πριν από 6.000 χρόνια με σκοπό την παραγωγή κρασιού.

### Σύντομο θεωρητικό υπόβαθρο

Το γιαούρτι είναι προϊόν ζύμωσης του γάλακτος. Το γάλα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή γιαουρτιού αρχικά παστεριώνεται (στους 72°C για 15 δευτερόλεπτα), για να καταστραφούν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που περιέχονται σ' αυτό. Στη συνέχεια, προστίθεται καλλιέργεια μικροοργανισμών, όπως του γένους *Lactobacillus* και *Streptococcus*, που προσδίδουν στο γιαούρτι τη χαρακτηριστική κρεμώδη υφή, μετατρέπουν τη λακτόζη του γάλακτος σε γαλακτικό οξύ, μειώνοντας το pH σε 5,5 και παράγουν ακεταλδεΐδη, η οποία προσδίδει το χαρακτηριστικό άρωμα στο γιαούρτι. Για την πραγματοποίηση των παραπάνω αντιδράσεων το γάλα «επωάζεται» για 12 ώρες στους 32°C.

### Χρονική διάρκεια

Το πείραμα αυτό χωρίζεται σε δύο φάσεις. Την πρώτη μέρα γίνεται ο εμβολιασμός της μικροβιακής καλλιέργειας στο γάλα και η επώαση, ενώ τη δεύτερη μέρα η τελική επεξεργασία του γιαουρτιού.

### Υλικά

- Μισό λίτρο γάλα παστεριωμένο με την ένδειξη UHT (ultra high temperature)
- Μια κουταλιά του σαγιού «ζωντανό» φυσικό γιαούρτι
- Θερμόμετρο
- Κατσαρόλα κουζίνας ή ποτήρι ζέσεως χωρητικότητας ενός λίτρου
- Εργαστηριακός λύχνος Bunsen και τρίποδο
- Πλαστική κουτάλα μαγειρέματος

- Θερμομονωτικό δοχείο (θερμός) χωρητικότητας ενός λίτρου
- Απλό δοχείο χωρητικότητας ενός λίτρου
- Ψυγείο.

## Τρόπος διεξαγωγής

- Θερμάνετε σε μια κατσαρόλα μισό λίτρο παστεριωμένου γάλακτος στους 48°C, κρατώντας μέσα στο υγρό το θερμόμετρο και ανακατεύοντας ήπια, αλλά συνεχώς, με την πλαστική κουτάλα. Για τη θέρμανση μπορείτε να χρησιμοποιήσετε εργαστηριακό λύχνο ή ηλεκτρική εστία. Προσέξτε να μην υπερβεί η θερμοκρασία τους 48°C.

- Όταν η θερμοκρασία φτάσει τους 48°C, προσθέστε μια κουταλιά του τσαγιού «ζωντανό» φυσικό γιαούρτι και ανακατέψτε προσεκτικά.

- Μεταφέρετε το γάλα στο θερμομονωτικό δοχείο και σκεπάστε το χωρίς να βιδώσετε το καπάκι.

- Το γάλα πρέπει να μείνει στο θερμομονωτικό δοχείο για 8-12 ώρες. Για λόγους πρακτικούς η παραμονή του μπορεί να παραταθεί ως την άλλη μέρα το πρωί.

- Όταν τελειώσει η «επώαση», ρίξτε το γάλα σε ένα απλό δοχείο και αναδεύατε το έντονα με ένα κουτάλι για 2 λεπτά.

- Τοποθετήστε το δοχείο στο ψυγείο για 2 ώρες. Μετά την παρέλευση των 2 ωρών το περιεχόμενο του δοχείου πρέπει να θυμίζει το γνωστό μας γιαούρτι.

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Οι συνθήκες με τις οποίες έχει παραχθεί το γιαούρτι δεν επιτρέπουν να το δοκιμάσετε, διότι υπάρχει κίνδυνος να πάθετε τροφική δηλητηρίαση!



ΑΣΚΗΣΗ 4η.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: .....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: .....

Παρότι το πείραμα που περιγράψαμε μπορεί να εκτελεστεί χωρίς καμία επιστημονική γνώση, οι βιολογικοί μηχανισμοί που εμπλέκονται στη μετατροπή του γάλακτος σε γιαούρτι είναι αρκετά πολύπλοκοι. Για το λόγο αυτό προσπαθήστε να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα:

α. Θα ήταν εφικτή η αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή η παραγωγή γάλακτος από γιαούρτι;

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

β. Για ποιο λόγο δεν πρέπει να υπερβούμε τους 48°C κατά τη θέρμανση του γάλακτος και την προσθήκη του «ζωντανού» γιαουρτιού;

.....  
.....  
.....  
.....

γ. Ποιος είναι ο ρόλος του «ζωντανού» γιαουρτιού;

.....  
.....  
.....  
.....

δ. Γιατί «επωάζουμε» το γάλα με το «ζωντανό» γιαούρτι για 8-12 ώρες;

.....  
.....  
.....



.....  
.....

ε. Γιατί κινδυνεύουμε να πάθουμε δηλητηρίαση αν καταναλώσουμε το γιαούρτι που παρασκευάσαμε;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# Εργαστηριακή Άσκηση 5

## Η ανάπτυξη ζυμομυκήτων στη μαγιά

### Στόχος του πειράματος

Με το πείραμα αυτό θα διαπιστώσεις κατά πόσο επιδρά η θερμοκρασία του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη και στη δράση των ζυμομυκήτων.

### Σύντομο θεωρητικό υπόβαθρο

Οι ζυμομύκητες είναι μία ομάδα μονοκύτταρων μυκήτων οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως μαγιά στην αρτοποιία. Η μαγιά αυτή παράγεται ύστερα από αερόβια ζύμωση αρχικής καλλιέργειας μυκήτων σε βιοαντιδραστήρες και χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή του ψωμιού. Η πρώτη ύλη για την παρασκευή ψωμιού είναι το αλεύρι, που περιέχει σε μεγάλες ποσότητες άμυλο. Στους κόκκους του σιταριού περιέχονται ένζυμα, τα οποία διασπούν το άμυλο σε μαλτόζη και γλυκόζη. Στη συνέχεια, προστίθενται μύκητες (μαγιά), που διασπούν αναερόβια τη γλυκόζη σε αιθανόλη και απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα. Το παραγόμενο διοξείδιο έχει ως αποτέλεσμα τη διόγκωση της ζύμης. Η αιθανόλη που παράγεται κατά την αλκοολική ζύμωση εξατμίζεται κατά το ψήσιμο του ψωμιού. Για τη διάσπαση της γλυκόζης χρησιμοποιούνται κυρίως μύκητες του είδους *Sacharomyces cerevisiae*.

### Χρονική διάρκεια

Το πείραμα αυτό διαρκεί μία περίπου ώρα.

### Υλικά και όργανα

- Φρέσκια ζύμη παρασκευασμένη από αλεύρι, γλυκόζη, φρέσκους ζυμομύκητες και ζεστό νερό
- Υδατόλουτρα
- Δοχείο με τριμμένο πάγο
- Πέντε ογκομετρικοί κύλινδροι των 100 ml
- Χρονόμετρο
- Μαγειρικό λάδι

## Τρόπος διεξαγωγής

• Κόψτε 5 κομμάτια από τη φρέσκια ζύμη φροντίζοντας αυτά να έχουν το ίδιο βάρος.

• Αλείψτε το εσωτερικό των 5 ογκομετρικών κυλίνδρων με μικρή ποσότητα μαγειρικού λαδιού και στη συνέχεια τοποθετήστε στον καθέναν από αυτούς ένα κομμάτι ζύμης.

• Τοποθετήστε έναν ογκομετρικό σωλήνα στο δοχείο με τον τριμμένο πάγο, αφήστε έναν σωλήνα σε θερμοκρασία δωματίου και τους άλλους τρεις στα τρία υδατόλουτρα με θερμοκρασίες 37°C, 45°C και 70°C.

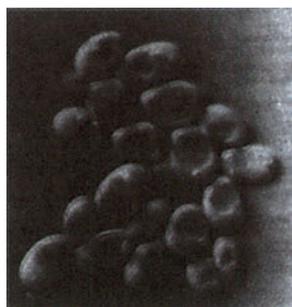
• Ας μείνουν οι σωλήνες με τη ζύμη «ανενόχλητοι» για 5 λεπτά.

• Σημειώστε τον όγκο που καταλαμβάνει η μαγιά σε κάθε σωλήνα.

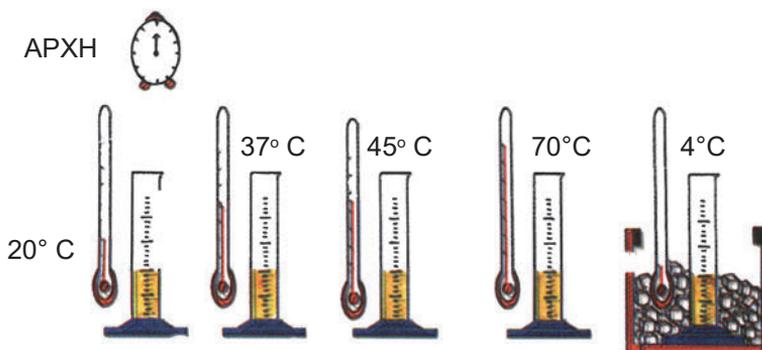
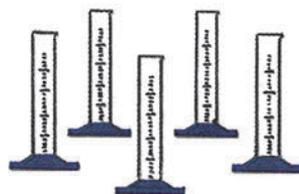
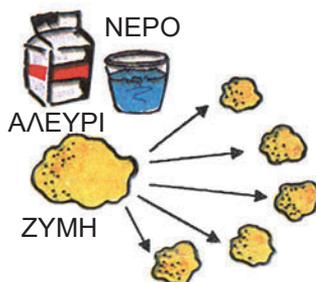
• Ενεργοποιήστε το χρονόμετρο.

• Σημειώστε τη μεταβολή του όγκου της ζύμης **κάθε πέντε λεπτά**.

• Σημειώστε τις μεταβολές του όγκου έως ότου η φουσκωμένη ζύμη εμφανίσει σημεία «κατάρρευσης».



Ζυμομύκητες





## Φύλλο εργασίας

ΑΣΚΗΣΗ 5η.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: .....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: .....

Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις σχετικά με την πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε:

α. Ποιο είναι το αίτιο της μεταβολής του όγκου της ζύμης;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

β. Κατασκευάστε καμπύλες μεταβολής του όγκου της ζύμης για τις θερμοκρασίες που χρησιμοποιήθηκαν

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

γ. Σε ποια θερμοκρασία εμφανίζει η μαγιά τη μεγαλύτερη αύξηση του όγκου της;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

δ. Τι συμπεράσματα βγαίνουν για τις ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης του ζυμομύκητα;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



.....  
.....  
.....  
.....

# Εργαστηριακή Άσκηση 6

## Μικροοργανισμοί και συνθήκες αποστείρωσης

### Στόχος του πειράματος

Το πείραμα αυτό στοχεύει να σε φέρει σε επαφή με την εργαστηριακή μέθοδο μικροβιακών καλλιέργειών. Επίσης θα διαπιστώσεις με αυτό την αναγκαιότητα της εργασίας κάτω από συνθήκες ασηψίας (συνθήκες απουσίας μικροοργανισμών). Και τούτο, γιατί οι μικροοργανισμοί υπάρχουν παντού (τόσο στο περιβάλλον όσο και στο ίδιο το σώμα μας) και όταν συναντήσουν τις κατάλληλες συνθήκες, αναπτύσσονται ταχύτατα (μια καλλιέργεια του βακτηρίου *Escherichia coli* σε υγρό θρεπτικό υλικό για 12 ώρες στους 37°C παράγει περίπου  $10^2$  βακτήρια ανά ml καλλιέργειας).

### Σύντομο θεωρητικό υπόβαθρο

Διάφοροι μικροοργανισμοί με βιοτεχνολογική σημασία αναπτύσσονται είτε στο εργαστήριο είτε σε μεγάλη κλίμακα κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες καλλιέργειας (*βιοαντιδραστήρες*). Για την παροχή των απαραίτητων για την ανάπτυξη τους συστατικών χρησιμοποιούνται τεχνητά θρεπτικά υλικά. Αυτά πρέπει να περιέχουν πηγή άνθρακα, πηγή αζώτου και ιόντα και, στην περίπτωση αερόβιων μικροοργανισμών, πηγή οξυγόνου. Μία μικροβιακή καλλιέργεια αρχίζει με την προσθήκη μικρής ποσότητας κυττάρων στο θρεπτικό υλικό, μια διαδικασία που ονομάζεται εμβολιασμός. Μετά τον εμβολιασμό οι μικροοργανισμοί παραμένουν σε έναν κλίβανο, που εξασφαλίζει σταθερή θερμοκρασία, κατάλληλη για την ανάπτυξή τους. Με αυτό τον τρόπο σε μικρό χρονικό διάστημα, 12-76 ωρών, μπορούμε να πάρουμε μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών. Οι καλλιέργειες αυτές μπορούν να διατηρηθούν σε αδρανή μορφή στην κατάψυξη (-80°C) για χρόνια. Για την αποφυγή ανάπτυξης άλλων μικροοργανισμών, εκτός εκείνων που πρόκειται να καλλιεργηθούν, τα θρεπτικά υλικά και οι συσκευές αποστειρώνονται πριν από την έναρξη της καλλιέργειας, και έτσι οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες απουσίας άλλων μικροοργανισμών (ασηψίας).

## Χρονική διάρκεια

Το πείραμα αυτό διεξάγεται σε 2 φάσεις: Τη φάση της προετοιμασίας του θρεπτικού υλικού και του εμβολιασμού, και τη φάση της παρατήρησης των μικροοργανισμών που αναπτύχθηκαν δύο περίπου μέρες αργότερα.

## Υλικά και όργανα

- Ηλεκτρική εστία
- Χύτρα ταχύτητας χωρητικότητας 5 λίτρων
- Κωνική φιάλη 500 ml
- Ένα ρολό φύλλου αλουμινίου
- Εργαστηριακός λύχνος Bunsen
- Ένα ποτήρι ζέσεως 500 ml
- Περισσότεροι από 10 δοκιμαστικοί σωλήνες των 10 ml
- 2-3 γυάλινες πιπέτες των 10 ml
- Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων
- Εργαστηριακός ζυγός
- 500 ml απεσταγμένο H<sub>2</sub>O
- Μαγνητικός αναδευτήρας και μαγνήτης ανάδευσης
- Πλαστικός ογκομετρικός κύλινδρος χωρητικότητας 500 ml
- 5 g τρυπτόνη
- 2,5 g εκχύλισμα μυκήτων
- 5 g μαγειρικό αλάτι ή NaCl
- 0,25 ml διαλύματος 4N NaOH
- Σύριγγα ή πιπέτα 1 ml
- Υαλογράφος (μαρκαδόρος)
- Θερμόμετρο δωματίου

## Τρόπος διεξαγωγής

- Κόψτε ένα κομμάτι από το φύλλο αλουμινίου μεγέθους 10x10 cm και ακουμπήστε το επάνω στον εργαστηριακό ζυγό.

- Ζυγίστε επάνω στο αλουμινοφύλλο 5 γραμμάρια τρυπτόνη, 2,5 γραμμάρια από το εκχύλισμα μυκήτων και 5 γραμμάρια μαγειρικό αλάτι ή NaCl.

- Τοποθετήστε τα ζυγισμένα υλικά στον ογκομετρικό κύλινδρο και προσθέστε απεσταγμένο νερό μέχρι την ένδειξη των 500 ml.

- Τοποθετήστε τον ογκομετρικό σωλήνα επάνω στον αναδευτήρα και ρίξτε στο υγρό το μαγνήτη ανάδευσης. Στη συνέχεια, αφήστε να ανακατευτεί το υγρό έως ότου διαλυθούν πλήρως τα ζυγισμένα υλικά.

- Μετρήστε με τη σύριγγα ινσουλίνης 0,25 ml από το διάλυμα του καυστικού νατρίου (4N NaOH), προσθέστε το στο υγρό και αναδεύστε ξανά. Με τις μέχρι στιγμής διαδικασίες έχετε ετοιμάσει το θρεπτικό υλικό για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

- Μεταφέρετε 200 ml του θρεπτικού υλικού στην κωνική φιάλη και σφραγίστε την με τέσσερα κομμάτια αλουμινοχαρτο.

- Σφραγίστε με τον ίδιο τρόπο 4 δοκιμαστικούς σωλήνες και τοποθετήστε

τους σε ποτήρι ζέσεως. Τυλίξτε επίσης τις γυάλινες πιπέτες των 10 ml με δύο φύλλα αλουμινίου και κλείστε τες στις άκρες.

- Προσθέστε στη χύτρα ταχύτητας 100 ml νερό και τοποθετήστε μέσα την κωνική φιάλη και το ποτήρι ζέσεως με τους δοκιμαστικούς σωλήνες (εικ. 2). Τέλος, τοποθετήστε και τις πιπέτες με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην έρχονται σε επαφή με το νερό στον πάτο της χύτρας.

- Κλείστε τη χύτρα, ανάψτε το μάτι και περιμένετε να βγει ατμός από τη βαλβίδα. Τοποθετήστε την ασφάλεια. Σε λίγο η χύτρα θα αρχίσει να σφυρίζει. Μετριάστε τη θερμοκρασία και χρονομετρήστε 20 λεπτά. Στη συνέχεια σβήστε τη φωτιά και αφήστε τη χύτρα να κρυώσει. Εναλλακτικά οι δοκιμαστικοί σωλήνες μπορούν να αποστειρωθούν με βρασμό σε ποτήρι ζέσεως, στο οποίο έχετε προσθέσει νερό για μια περίπου ώρα.

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Μην ανοίξετε τη χύτρα προτού κρυώσει, γιατί υπάρχει κίνδυνος να πάθετε έγκαυμα από τους ατμούς!

- Τοποθετήστε τα αποστειρωμένα υλικά (θρεπτικό μέσο, δοκιμαστικούς σωλήνες και πιπέτες) στον πάγκο όπου θα διεξαχθεί το πείραμα.

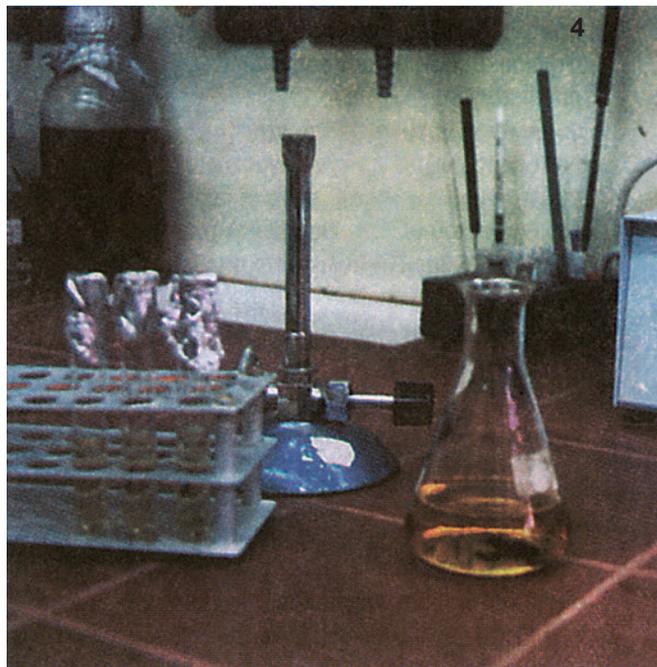
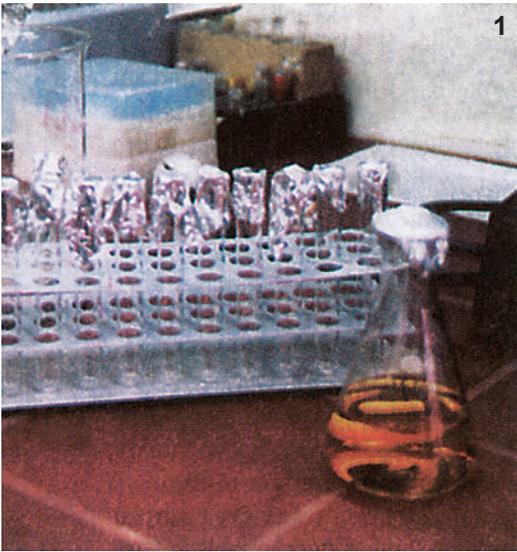
- Στο στήριγμα για τους δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετήστε 4 **μη αποστειρωμένους σωλήνες**, κλεισμένους και αυτούς με αλουμινόφυλλο, αριθμήστε τους με μαρκαδόρο **(1-4)** και βάλτε δίπλα τους 4 **αποστειρωμένους** δοκιμαστικούς σωλήνες. Αριθμήστε τους και αυτούς **(5-8)**.

- Στους δοκιμαστικούς σωλήνες **1, 3, 5** και **7** προσθέστε από 2 ml αποστειρωμένο θρεπτικό υλικό. Στους δοκιμαστικούς σωλήνες **2, 4, 6** και **8** προσθέστε από 2 ml μη αποστειρωμένο θρεπτικό υλικό (εικ. 3).

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Ο ενδεδειγμένος τρόπος μετάγγισης θρεπτικού υλικού στους δοκιμαστικούς σωλήνες με χρήση του εργαστηριακού λύχνου Bunsen, κάτω δηλαδή από συνθήκες ασηψίας, θα σας υποδειχτεί από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου!

- Στη συνέχεια, αφαιρέστε τα αυτοσχέδια πώματα αλουμινίου από τους σωλήνες **1, 2, 5** και **6** και τοποθετήστε στήριγμα με όλους τους δοκιμαστικούς σωλήνες σε κάποιο ντουλάπι του εργαστηρίου. Βεβαιωθείτε προηγουμένως ότι η θερμοκρασία στο εσωτερικό του ντουλαπιού είναι περίπου 25°C.

- Ανοίξτε το ντουλάπι ύστερα από 48, περίπου, ώρες, μεταφέρετε το στήριγμα με τους δοκιμαστικούς σωλήνες στον εργαστηριακό πάγκο και παρατηρήστε την ανάπτυξη των μικροοργανισμών σε καθέναν από αυτούς. Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών έχει ως αποτέλεσμα τη θόλωση του θρεπτικού υλικού. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των μικροοργανισμών τόσο αυξάνεται η θόλωση. Το θρεπτικό υλικό στο οποίο δεν έχουν αναπτυχθεί μικροοργανισμοί παραμένει διαυγές.





ΑΣΚΗΣΗ 6η.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: .....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: .....

α. Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας στον πίνακα που ακολουθεί:

Δοκιμαστικός σωλήνας	Αποστείρωση	Αποστειρωμένο θρεπτικό υλικό	Αφαίρεση πύματος	Ανάπτυξη μικροοργανισμών (μηδενική, ελάχιστη, μεγάλη κτλ.)
1	όχι	ναι	ναι	
2	όχι	όχι	ναι	
3	όχι	ναι	όχι	
4	όχι	όχι	όχι	
5	ναι	ναι	ναι	
6	ναι	όχι	ναι	
7	ναι	ναι	όχι	
8	ναι	όχι	όχι	

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

β. Σχολιάστε τους λόγους για τους οποίους εμφανίζεται στον ένα ή στον άλλο βαθμό μικροβιακή ανάπτυξη (θόλωμα στο υλικό καλλιέργειας) για κάθε δοκιμαστικό σωλήνα ξεχωριστά.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



.....  
.....  
.....  
.....

# Εργαστηριακή Άσκηση 7

## Πολλαπλασιασμός σε καλλιέργεια *in vitro*

### Στόχος του πειράματος

Το πείραμα αυτό αποσκοπεί να σε εξοικειώσει με τον τρόπο καλλιέργειας φυτικών κυττάρων *in vitro*. Θα διαπιστώσεις ότι κάτω από κατάλληλες συνθήκες είναι δυνατό από ένα φυτικό κύτταρο να πάρουμε ένα νέο φυτό.

Ο πολλαπλασιασμός του φυτού *saintpaulia* σε καλλιέργεια *in vitro* αντιπροσωπεύει το 75% της παραγωγής των φυτών αυτών.

### Υλικά και όργανα

- Φιάλες ή δοκιμαστικοί σωλήνες καλλιέργειας
- Χλωρίνη (απολυμαντικό διάλυμα)
- Αιθανόλη 70%
- Τρυβλία (ή τρύβλια) petri διαμέτρου 9 cm
- Φύλλα αλουμινίου
- Νυστέρι
- Λαβίδα
- Μαρκάδορος
- Φύλλο *saintpaulia* ή ρίζα από καρότο
- Θρεπτικό υλικό MS
- Αποστειρωμένο H<sub>2</sub>O

### Τρόπος διεξαγωγής

● Πλύνετε το φύλλο του φυτού *saintpaulia* με νερό βρύσης. Εναλλακτικά, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ρίζα από καρότο ακολουθώντας την ίδια διαδικασία (εικ. 2).

● Τοποθετήστε το φύλλο σε διάλυμα που περιέχει απορρυπαντικό για δύο λεπτά.

● Τοποθετήστε το φύλλο σε απολυμαντικό διάλυμα για πέντε λεπτά.

● Πλύνετε το τέσσερις φορές με αποστειρωμένο H<sub>2</sub>O.

● Τοποθετήστε το φύλλο στο τρυβλίο (petri) και τεμαχίστε το σε κομματάκια πλευράς 1 cm.

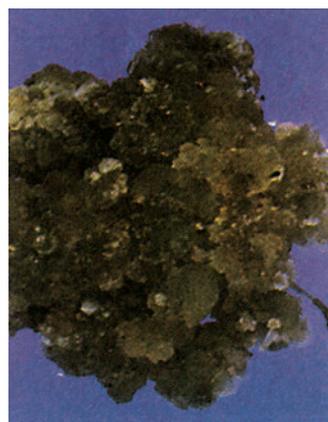
- Τοποθετήστε τα κομματάκια του φύλλου στην επιφάνεια του θρεπτικού υλικού με τέτοιο τρόπο, ώστε να ακουμπά σ' αυτό η κάτω επιφάνεια του φύλλου.
- Απολυμάνετε το στόμιο του σωλήνα με βαμβάκι ποτισμένο με διάλυμα χλωρίνης.
- Κλείστε το λαιμό της φιάλης με βαμβάκι.
- Ύστερα από έξι εβδομάδες καλλιέργειας σχηματίζεται στην επιφάνεια του θρεπτικού υλικού κάλος (μάζα κυττάρων) (εικ. 3, 4α).
- Τεμαχίστε με τη βοήθεια αποστειρωμένου νυστεριού τον κάλο.
- Τοποθετήστε τα κομματάκια που προκύπτουν σε σωλήνες καλλιέργειας, που περιέχουν θρεπτικό υλικό και αυξητικούς παράγοντες.
- Απολυμάνετε το στόμιο του σωλήνα με βαμβάκι ποτισμένο με διάλυμα χλωρίνης.
- Κλείστε το λαιμό της φιάλης με βαμβάκι.
- Τοποθετήστε το σωλήνα καλλιέργειας στον κλίβανο σε θερμοκρασία 24°C.
- Παρατηρήστε την ανάπτυξη νέων φυτών ύστερα από καλλιέργεια 4 εβδομάδων (4β, γ).

1



2

4



3



ΑΣΚΗΣΗ 7η.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: .....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: .....

α. Για ποιο λόγο το φύλλο της *saintpaulia* τοποθετείται σε απολυμαντικό διάλυμα;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

β. Τι ρόλο παίζουν οι αυξητικοί παράγοντες;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

γ. Γιατί η ανάπτυξη των νέων φυτών απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....





# Εργαστηριακή Άσκηση 8

## Η δράση της πεκτινάσης στην παραγωγή χυμού από μήλα

### Σύντομο θεωρητικό υπόβαθρο

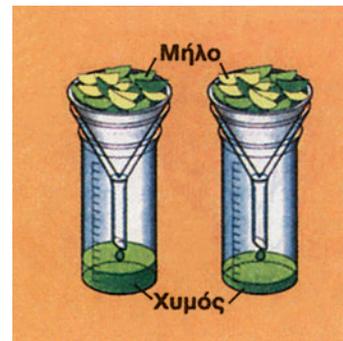
Η επεξεργασία των φρούτων για παραγωγή χυμού περιλαμβάνει μία σειρά από στάδια όπως ο τεμαχισμός, η πολτοποίηση, το φιλτράρισμα του πολτού κτλ. Έχει βρεθεί ότι εάν κατά την επεξεργασία σπάσει το κυτταρικό τοίχωμα, αυξάνεται η παραγωγή χυμού. Το κυτταρικό τοίχωμα αποτελείται από πολυσακχαρίτες (κυτταρίνη και πηκτίνη) και γλυκοπρωτεΐνες. Συνεπώς, τα ένζυμα που διασπούν τους πολυσακχαρίτες του τοιχώματος όπως οι κυτταρινάσες και οι πεκτινάσες οδηγούν σε αύξηση της παραγωγής χυμού από τον πολτό. Επιπρόσθετα, οι πεκτινάσες καθιστούν τον πολτό πιο ρευστό (ελαττώνουν το ιξώδες) βοηθώντας στην παραπέρα επεξεργασία του πολτού.

### Υλικά και όργανα

- Ένα μήλο
- Διάλυμα πεκτινάσης 0.1 g/ml
- Υδατόλουτρο
- Ποτήρια ζέσεως
- Χωνί
- Φίλτρα καφέ
- Ογκομετρικός κύλινδρος

### Τρόποι: διεξαγωγής

- Κόψτε το μήλο στη μέση
- Τεμαχίστε κάθε μισό μήλο και τοποθετήστε τα κομματάκια σε ένα ποτήρι ζέσεως
- Στο ποτήρι Α προσθέστε 5 ml διαλύματος πεκτινάσης
- Στο ποτήρι Β προσθέστε 5 ml H<sub>2</sub>O
- «Επλώστε» σε υδατόλουτρο στους 40° C για 20 λεπτά
- Φιλτράρετε το περιεχόμενο κάθε ποτηριού και μετρήστε τον όγκο του







## Φύλλο εργασίας

ΑΣΚΗΣΗ 8η.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: .....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: .....

α. Για ποιο λόγο «επιάζουμε» τα κομμάτια του μήλου με το διάλυμα πεκτινάσης ή το  $H_2O$  στους  $40^\circ C$ ;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

β. Για ποιο λόγο προσθέσαμε στο ποτήρι Β 5 ml  $H_2O$ ;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

γ. Ποιο ποτήρι έδωσε μεγαλύτερο όγκο χυμού και γιατί;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

δ. Τι θα περιμένατε, αν η επώαση επραγματοποιείτο στους  $4^\circ C$ ;

.....  
.....  
.....  
.....



.....  
.....  
.....  
.....

# Εργαστηριακή Άσκηση 9

## Χαρτογράφηση των βιοτεχνολογικών δραστηριοτήτων στη χώρα μας μέσω του Internet

### Στόχος της άσκησης

Με τη δραστηριότητα αυτή σου δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιήσεις το πλήθος των πληροφοριών που υπάρχουν στο διαδίκτυο (Internet), για να αποκτήσεις μια, περιορισμένη έστω, εικόνα των όσων συμβαίνουν στη χώρα μας και σχετίζονται με τη Βιοτεχνολογία. Έτσι, καλείσαι να «επισκεφτείς» ηλεκτρονικά ορισμένες ερευνητικές και παραγωγικές μονάδες στην Ελλάδα και να καταγράψεις τις δραστηριότητές τους. Εδώ σημειώνουμε ότι οι ηλεκτρονικές αυτές διευθύνσεις δεν καλύπτουν φυσικά ολόκληρη τη βιολογική και τη βιοτεχνολογική δραστηριότητα στη χώρα μας, αλλά επιλέχθηκαν ενδεικτικά.

### Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

#### **ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ)**

<http://www.eie.gr/Institutes/IBEB/IBEB.html>

#### **ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΚΡΗΤΗΣ**

<http://www.stepc.gr>

#### **ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΑΤΡΩΝ**

<http://www.psp.org.gr>

#### **ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ PASTEUR**

<http://www.pasteur.gr>

#### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΣΕΛΙΔΕΣ ΑΝΩΤΑΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΩΝ**

<http://www.united-hellas.com/periscope/greece-universities.htm>

#### **ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ (ΙΘΑΒΙΚ)**

<http://www.imbc.gr>

#### **ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΟΡΙΑΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ (IMBB)**

<http://www.imbb.forth.gr>

**ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΑΝΙΩΝ**  
<http://www.maich.gr/>  
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΕΔΑΠ/ΤΠΘ**  
<http://www.techpath.gr>



β. Εξέτασε, σε συνεργασία με τον υπεύθυνο του μαθήματος, τη δυνατότητα να επισκεφτείς ένα τέτοιο κέντρο, το οποίο βρίσκεται σε σχετικά μικρή απόσταση από το σχολείο σου.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....





## Βιβλιογραφία

1. Clarcke A. R. Booth R. P., Grigsby E. P., Haddow J. F. and Irvine S. J., *Biology by Inquiry (Book 1)*, 5th ed. Heinemann Educational Books Ltd., London (1974).
2. Comino C. G. and Ryan W. B., *Working with Science, (Books 1, 2, 3)*, John Wiley and Sons, Australasia Pty Ltd., (1977).
3. Daimond P., Demman R. (1973) *Laboratory Techniques in Chemistry and Biochemistry 2nd Edition*, Butterworths.
4. Degremont (1979) *Water treatment Ganbook, 3rd Edition*, Paris.
5. Dempsey J. (1983) *Visual chemistry*, Edward Arnold (Publishers) Ltd.
6. *Des Safety Series No 2. (Revised 1978). Safety in Science Laboratories*, London HMSO.
7. Didier P., *Travaux Pratique de Biologie*, Bordas, Paris (1994).
8. Fieser L. F., Williamson K. L. (1983) *Organic Experiments. Fifth Edition*. D. C. Heath and Company.
9. Fitzpatrick L. F., *Investigating Living Things*, Holt, Rinehart and Winston Publishers, N. Y. (1977).
10. Κουμή Θ., Καζολέα Γ., Μπομπέτσης Α. και Αναγνωστόπουλος Ε., *Βιολογία - Εργαστηριακές Ασκήσεις Γ΄ Γυμνασίου*, Φιλεκπαιδευτική Εταιρεία, Αθήνα (1992).
11. Montgomery R. J. and Elliot W. D., *Investigations in Biology*, D. C. Heath and Company, Lexington, Massachusetts, Toronto (1991).
12. O' Flanagan M. and Conelly G., *Investigating Life Science*, Holt, Rinehart and Winston Canada Limited (1980).
13. Otto H. J., Towle A., Otto D. W. and Madnick E. M., *Biology Investigations*, 5th ed. Holt, Rinehart and Winston Publishers, USA (1977).
14. Riley D. P., *Life Science-Groundwork in Biology*, Hulton Educational Publications Ltd, Gr. Britain (1981).
15. Συντυχάκης Μ., Φολτσέτας Ν., *Βιολογία και πείραμα*, Αθήνα (1986).

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

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

