

**Τοπικός**

**Διαγωνισμός**

**EUSO2019**



**Πειραματικές δοκιμασίες στη Βιολογία**

**Ζελέδες, κόκκαλα...**

**...θρύμματα, κομμάτια!**

**ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ** .....

**ΟΜΑΔΑ ΜΑΘΗΤΩΝ**

- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....

## Πειραματικό μέρος Α': Μελέτη της ζελατινοποίησης του κολλαγόνου σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία.

Βρίσκεσαι σε σούπερ μάρκετ, διότι μια ελαφρά όρεξη για γλυκό σε φέρνει στα ράφια με τα γλυκά σνακ· δεν ξέρεις τι να διαλέξεις: Καραμέλες βουτύρου; Σοκολατάκια; Μάφιν; Κρουασάν με μαρμελάδα; Παστέλια με αποξηραμένα φρούτα; Ή ζελεδάκια με γεύσεις φρούτων; Εμ δεν ξέχασες που προχτές σε κέρασαν στο σχολείο εκείνα τα ωραία φρεσκότατα ταρτάκια με κομμάτια «ζωντανών» φρούτων πάνω από την κρέμα! Σαφώς εκείνο το στρώμα ζελέ μέσα στο οποίο ήταν βυθισμένα, βοηθούσε να τα διατηρεί φρέσκα χωρίς να οξειδώνονται. Τελικά, αγοράζεις ζελεδάκια «φιδάκια»

και gummy bears με διάφορες γεύσεις και χρώματα!

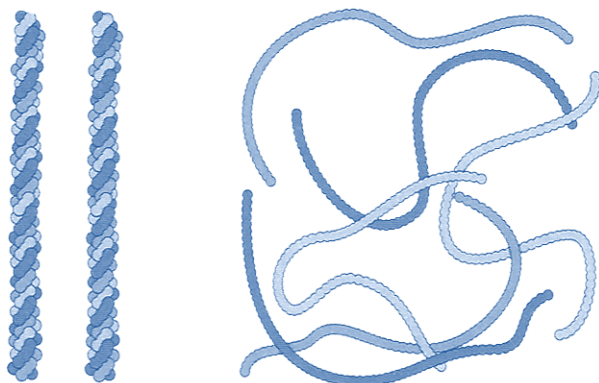
Μα για στάσου! Σκέφτηκες ποτέ τι σχέση έχει το κάθε μορφής βρώσιμο ζελέ με το δέρμα μοσχαριού ή χοίρου ή ψαριών, ή με τα οστά μοσχαριού, ή με τους συνδετικούς ιστούς άλλης ζωικής προέλευσης; Λοιπόν, σχεδόν τίποτα δεν πάει χαμένο στη βιομηχανία κρέατος, ούτε το δέρμα, ούτε τα κόκκαλα, ούτε οι τένοντες, ούτε οι χόνδροι, ή ό,τι άλλο περιέχει συνδετικό ιστό με κολλαγόνο! Με την κατάλληλη επεξεργασία τους παράγεται η ζελατίνη, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων.

Πώς, λοιπόν, καταλήγει ο οστίτης ιστός, ή το ζωικό δέρμα, λ.χ. να βρίσκεται μέσα στο αγαπημένο σου ζελεδάκι ως ζελατίνη; Η **ζελατίνη** προκύπτει από την αποδόμηση του ζωικού κολλαγόνου (δομική πρωτεΐνη). Τα μόρια του κολλαγόνου αποτελούνται από πολυπεπτιδικές αλυσίδες μεγάλου μήκους με

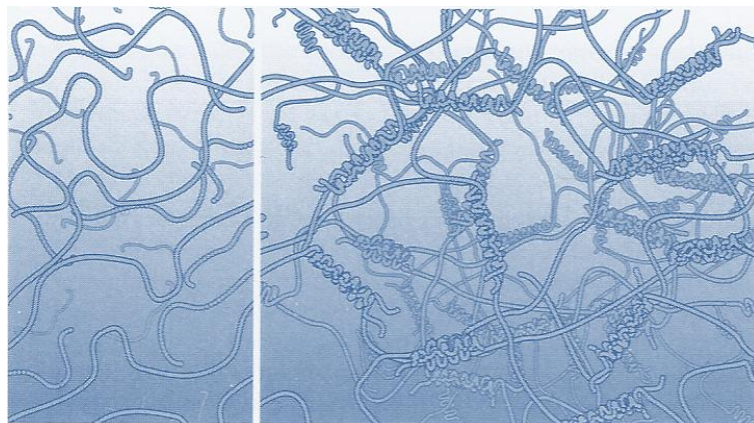
συγκεκριμένη αλληλουχία αμινοξέων και 2<sup>ο</sup>ταγή δομή α έλικας, οι οποίες οργανώνονται μεταξύ τους, μέσω δεσμών υδρογόνου, σε τρίκλωνες ελικοειδείς δομές μεγάλου μοριακού βάρους (4<sup>ο</sup>ταγής δομή) που θυμίζουν σκοινάκια γυμναστικής πλεγμένα μεταξύ τους σαν σε πλεξίδα μαλλιών! [βλ. την εικόνα επάνω αριστερά] Όταν η ζελατίνη ως σκόνη θερμανθεί μέσα σε

υδάτινο μέσο – συνήθως μαζί με κάποιο χυμό φρούτων στη ζαχαροπλαστική–, η πλεξίδα ξετυλίγεται, τα σκοινάκια αυτά αποχωρίζονται [θυμόμαστε τη μετουσίωση των πρωτεϊνικών μορίων;] και διαποτίζονται από μόρια νερού. Καθώς το όλο σύστημα μορίων ψύχεται,

προκύπτουν ποικίλης μορφής πλεξίδες, οπότε μόρια νερού παγιδεύονται ανάμεσα στις αλυσίδες του κολλαγόνου [βλ. την εικόνα δεξιά]. Έτσι σχηματίζεται το γνωστό μας



**Κολλαγόνο & ζελατίνη.** Τα μόρια του κολλαγόνου [αριστερά] συγκροτούνται από τρεις ξεχωριστές πολυπεπτιδικές αλυσίδες πλεγμένες σφιχτά σε μια ελικοειδή δομή η οποία σχηματίζει ένα σχοινοειδές μόριο. Όταν θερμανθούν σε υδάτινο μέσο, οι ιδιαίτερες αυτές αλυσίδες αποχωρίζονται [δεξιά] και διαλύονται μέσα στο νερό.



**Πώς ένα υγρό μετατρέπεται σε στερεό με ζελατίνη.** Σε ένα πολύ θερμό διάλυμα ζελατίνης [αριστερά], τα μόρια του νερού και οι αλυσίδες του κολλαγόνου βρίσκονται σε σταθερή και δυναμική κίνηση. Καθώς το διάλυμα ψύχεται και η κίνηση των μορίων γίνεται ηπιότερη, τα πρωτεϊνικά μόρια αρχίζουν να σχηματίζουν μικροπεριοχές αλληλοσύνδεσης των ελίκων τους ανάλογες με αυτές της δομής του κολλαγόνου [δεξιά]. Βαθμιαία οι συνδέσεις αυτές δημιουργούν ένα συνεχές, δικτυωτό πλέγμα μορίων ζελατίνης το οποίο παγιδεύει το υγρό μέσο στους ενδιάμεσους χώρους του, αποτρέποντας έτσι κάθε αξιοσημείωτη ροή. Τότε ακριβώς το διάλυμα έχει μετατραπεί σε «στερεό ζελέ».

ζελέ (gel/ πηκτή), ένα σύστημα μετουσιωμένων πρωτεϊνικών αλυσίδων το οποίο έχει απορροφήσει νερό σαν άλλο σφουγγάρι!

Στο πρώτο μέρος της σημερινής πειραματικής δραστηριότητας θα παρασκευάσετε ένα τέτοιο βρώσιμο ζελέ, ώστε να διερευνήσετε τη σχέση μεταξύ της ελαστικότητάς του και της θερμοκρασίας παρασκευής του. Οπότε μην απορήσετε που θα χρησιμοποιήσετε υλικά συνηθισμένα στη ζαχαροπλαστική!

### 1<sup>η</sup> πειραματική δραστηριότητα

Όργανα	Υλικά
ογκομετρικός κύλινδρος, 100 mL	εμφιαλωμένο νερό από ψυγείο
3 ποτήρια ζέσης, 50 mL / 100 mL	προζυγισμένο μείγμα ζελατίνης (σε σκόνη) και κρυσταλλικής σακχαρόζης (κοινής ζάχαρης) [ $\times 3$ ]
μεταλλική λαβίδα	αλουμινόχαρτο [3 τετράγωνα τεμάχια]
ψηφιακό θερμομέτρο	αναπτήρας
λύχνος υγραερίου, πλέγμα, τρίποδας	3 πλαστικά κουτιά-φόρμες [για την πήξη του ζελέ]
υποδεκάμετρο	1 παγοκύστη (παγωμένη από κατάψυξη)
χρονόμετρο	μαχαίρι
γυάλινη ράβδος ανάδευσης	απορροφητικό χαρτί κουζίνας
	φυσικό έλαιο λεμονιού/πορτοκαλιού, βρώσιμο
	χρώματα ζαχαροπλαστικής

1. Να αδειάσετε το πρώτο μείγμα σκόνης ζελατίνης-σακχαρόζης στο ένα ποτήρι ζέσης και να αναμειξτε καλά με τη ράβδο ανάδευσης.
2. Να ογκομετρήσετε 20 mL νερού και να τα αδειάσετε στο ποτήρι ζέσης. Προσθέστε επίσης τη μία σταγόνα αρωματικού ελαίου και τη μία σταγόνα χρώματος (η επιλογή δική σας), και αναμειξτε ήπια με τη ράβδο ανάδευσης επί 2-3 min.
3. Ακολουθώντας, αφήστε το μείγμα στο ποτήρι ζέσης ακίνητο επί 5-7 min, προκειμένου να φτάσει σε μια μεταβατική φάση υγρού-στερεού.
4. Να βυθίσετε τον αισθητήρα του θερμομέτρου μέσα στο μείγμα του ποτηριού ζέσης. Να σκεπάσετε το ποτήρι με αλουμινόχαρτο.
5. Να ανάψετε το λύχνο προσεκτικά, ώστε η ένταση της φλόγας να είναι η ελάχιστη δυνατή. ➤ **Ιδιαίτερη ΠΡΟΣΟΧΗ στο πλέγμα και τον τρίποδα όσο λειτουργεί ο λύχνος: Κίνδυνος εγκαύματος!**
6. Χρησιμοποιώντας τη μεταλλική λαβίδα, τοποθετήστε το ποτήρι ζέσης πάνω στο πλέγμα θέρμανσης. Να αναδεύετε ήπια, ανασηκώνοντάς το ποτήρι τακτικά με τη λαβίδα, ώστε να μην υπερθερμανθεί. Συγχρόνως, με το άλλο σας χέρι να φροντίζετε να διατηρείται το θερμομέτρο βυθισμένο στο περιεχόμενο του ποτηριού.
7. Μόλις το θερμομέτρο δείξει την επιθυμητή τιμή θερμοκρασίας των 50°C στο μείγμα σας, απομακρύνετε το ποτήρι ζέσης από τον λύχνο και το αφήνετε στον πάγκο εργασίας επί 1 min.
8. Στη συνέχεια, ισομοιράζετε προσεκτικά όλο το περιεχόμενο του ποτηριού ζέσης στα δύο διαμερίσματα μέσα στο πλαστικό κουτί-φόρμα. Κλείνετε το κουτί και αμέσως το τοποθετείτε πάνω στην επιφάνεια της παγοκύστης, φροντίζοντας να είναι οριζοντιωμένο.
9. Μετά από 10λεπτη ψύξη του προϊόντος πάνω στην παγοκύστη, αφαιρείτε προσεκτικά τις δύο (2) ταινίες ζελέ από το κουτί-φόρμα, ανασηκώνοντάς τις απαλά από τη μία άκρη. Τις τοποθετείτε πάνω σε απορροφητικό χαρτί κουζίνας.
10. Με το μαχαίρι *κόβετε κατά πλάτος* καθεμία ταινία ζελέ ακριβώς στη μέση. Θα προκύψουν έτσι τέσσερις (4) μικρότερες ορθογώνιες ταινίες ζελέ, τις οποίες θα *κόβετε* ακόμη μία φορά στη μέση *κατά μήκος*.

11. Από τις οκτώ (8) μικρότερες ταινίες ζελέ που προκύπτουν, θα επιλέξετε τέσσερις (4) όσο το δυνατόν ομοιόμορφες και σε αυτές θα εφαρμόσετε το ακόλουθο απλό τεστ επιμήκυνσης.
12. Να τοποθετήσετε κάθε ταινία ζελέ δίπλα στο υποδεκάμετρο. Σταθεροποιώντας το ένα άκρο της ταινίας απαλά με το δάκτυλό σας, εκτείνετε προσεκτικά το άλλο ελεύθερο άκρο της ταινίας έως ότου αυτή σπάσει/κοπεί. Καταχωρίζετε στον πίνακα των δεδομένων σας τη διαφορά μήκους την οποία καταφέρατε σε κάθε ταινία με το τέντωμά της. Υπολογίζετε την απαιτούμενη μέση τιμή στον πίνακα αυτής της σελίδας.
13. Ενώσω αναμένετε στο βήμα 3 και στο βήμα 8, μπορείτε να ξεκινήσετε την παραπάνω πειραματική διαδικασία με το δεύτερο στερεό μείγμα ζελατίνης-σακχαρόζης για τους 70°C, και ακολουθήσω να την επαναλάβετε για τους 90°C.

### Αποτελέσματα

Θερμοκρασία	Επιμήκυνση 1 <sup>ης</sup> ταινίας (σε cm)	Επιμήκυνση 2 <sup>ης</sup> ταινίας (σε cm)	Επιμήκυνση 3 <sup>ης</sup> ταινίας (σε cm)	Επιμήκυνση 4 <sup>ης</sup> ταινίας (σε cm)	Μέση τιμή επιμηκύνσεων (σε cm)
°C					
°C					
°C					

### Ερωτήσεις

Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις και τις μετρήσεις σας:

1. Και για τις τρεις τιμές της θερμοκρασίας διατηρήσατε σταθερές τις ποσότητες των στερεών υλικών (κολλαγόνου & σακχαρόζης) όπως και του νερού. Ήταν αναγκαίο κάτι τέτοιο;

.....

.....

.....

.....

2. Ποια τάση σημειώνεται στην ελαστικότητα του ζελέ αυξανόμενης της θερμοκρασίας; Ποια ερμηνεία μπορείτε να δώσετε;

.....

.....

.....

.....

3. Ποια τιμή θερμοκρασίας, ή έστω εύρος τιμών θερμοκρασίας, θα προτεινάτε ως την άριστη για την παρασκευή ζελέ σε έναν επαγγελματία ζαχαροπλάστη με τα υλικά που εσείς χρησιμοποίησατε; Γιατί, πιστεύετε, αποφύγαμε να ελέγξουμε στο παρόν πείραμα την επίδραση των 100°C;

.....

.....

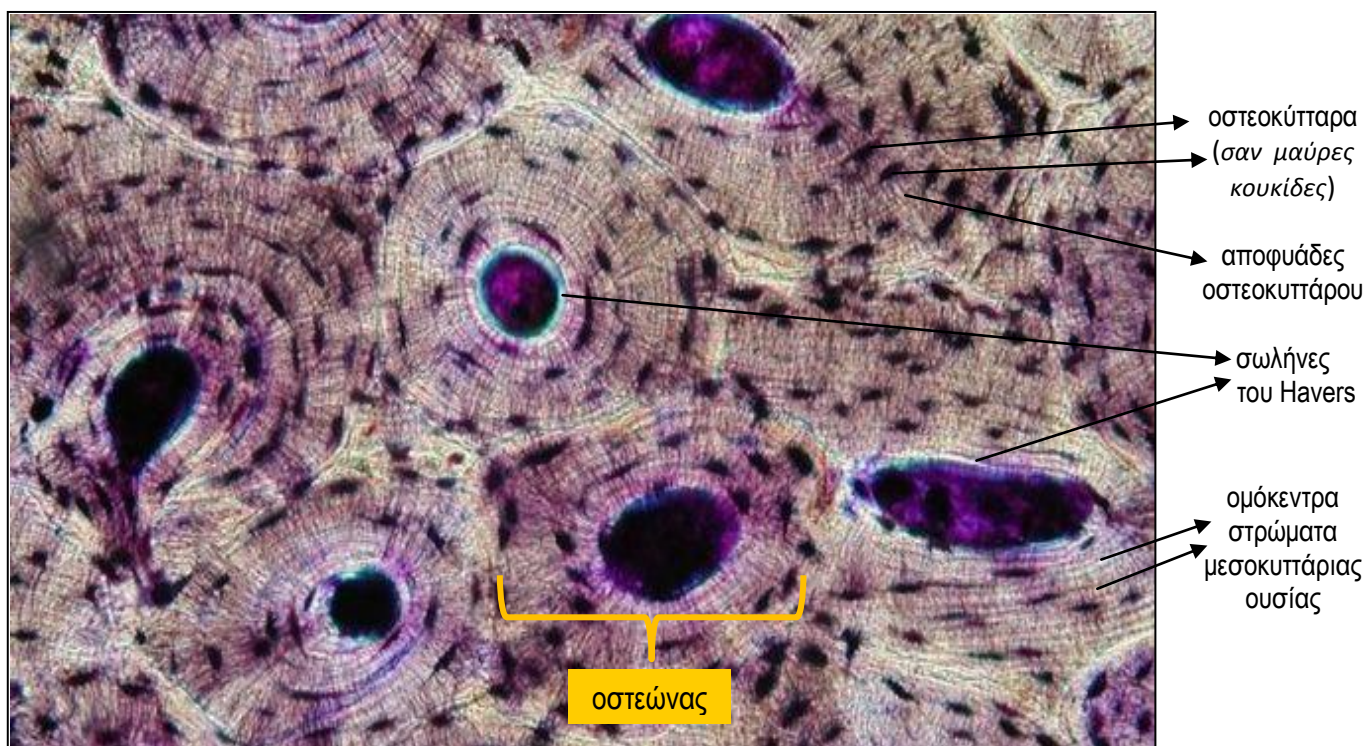
.....

.....

### Πειραματικό μέρος Β': Ας γνωρίσουμε τον οστίτη ιστό.

Ο **οστίτης ιστός** συνιστά το κύριο δομικό συστατικό των οστών. Αποτελείται από εξαιρετικά σκληρή μεσοκυττάρια ουσία, στην οποία περιέχονται **άλατα** και **ινίδια κολλαγόνου**. Τα κυριότερα άλατα είναι το φωσφορικό ασβέστιο, το φωσφορικό μαγνήσιο και τα ανθρακικά άλατα ασβεστίου, νατρίου και καλίου. Τα μεν άλατα προσδίδουν σκληρότητα και μεγάλη ανθεκτικότητα στα οστά, κυρίως όταν ασκούνται σε αυτά δυνάμεις πίεσης· τα δε ινίδια του κολλαγόνου τούς προσδίδουν ελαστικότητα και ενισχύουν την αντίστασή τους κυρίως σε δυνάμεις έκτασης, όπως περίπου οι ράβδοι σιδήρου στο οπλισμένο σκυρόδεμα (μπετόν αρμέ). Μέσα σε κοιλότητες της μεσοκυττάριας ουσίας βρίσκονται τα **οστεοκύτταρα** με τις πολλές αποφυάδες τους.

Ο οστίτης ιστός εμφανίζεται με δύο μορφές, τον *συμπαγή* και τον *σπογγώδη*. Στον **συμπαγή** οστίτη ιστό, τα οστεοκύτταρα μαζί με τη μεσοκυττάρια ουσία διατάσσονται σε ομόκεντρες στιβάδες γύρω από έναν αγωγό (**σωλήνας του Havers**), σχηματίζοντας έτσι μια μονάδα με κυλινδρικό σχήμα, τον **οστεώνα** ή *σύστημα του Havers*. Οι αποφυάδες των οστεοκυττάρων κάθε στρώματος έρχονται σε επαφή με τις αποφυάδες των γειτονικών οστεοκυττάρων και τελικά με τον σωλήνα του Havers. Οι σωλήνες του Havers διατρέχονται από αιμοφόρα αγγεία και νεύρα.



### 2<sup>η</sup> πειραματική δραστηριότητα: Δομικά συστατικά των οστών.

**Όργανα & υλικά:** 2 οστά κοτόπουλου (είτε κερκίδα είτε ωλένη) μέσα σε πλαστικά ποτήρια/ δοκιμαστικούς σωλήνες, λαβίδα μικροσκοπίας, απορροφητικό χαρτί κουζίνας, γάντια.

Τα οστά που θα μελετήσετε επώαστηκαν το ένα σε νερό και το άλλο σε κοινό ξύδι για πέντε (5) περίπου ημέρες. Με τη λαβίδα ανατομίας να βγάλετε προσεκτικά τα οστά από τα ποτήρια/ τους σωλήνες. Αφού τα στεγνώσετε με χαρτί κουζίνας, να τα συγκρίνετε μεταξύ τους ως προς την υφή, τη σκληρότητα και την ελαστικότητά τους.

**Ερωτήσεις**

- 1) Να συγκρίνετε το οστό που βρίσκεται σε νερό (μάρτυρας) με το οστό που βρίσκεται σε ξύδι ως προς την αντοχή και την ευλυγισία.

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

- 2) Τι επίδραση έχει το ξύδι πάνω στο οστό; Ποια ιδιότητα του οστού μεταβλήθηκε; Να δώσετε σύντομη εξήγηση.

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

- 3) Παρά το γεγονός ότι τα οστά είναι ανθεκτικά όργανα που παρουσιάζουν και μικρό βαθμό πλαστικότητας, ταυτοχρόνως αποδεικνύονται εύθραυστα σε ορισμένες περιστάσεις (π.χ. ατυχήματα). Να περιγράψετε ένα επιπλέον σύντομο πείραμα προκειμένου να διαπιστώσετε ποια συστατικά τους προσδίδουν κάθε μία από αυτές τις ιδιότητες. Έχετε στη διάθεσή σας έναν λύχνο με πλέγμα και τρίποδα, αναπτήρα, κομμάτια αλουμινόχαρτου, ένα λεπτό οστό κοτόπουλου που βάλατε σε ξύδι για μερικές ημέρες και ένα όμοιο οστό κοτόπουλου που βρισκόταν σε νερό.

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

**3<sup>η</sup> πειραματική δραστηριότητα: Ο συμπαγής οστίτης ιστός στο μικροσκόπιο.**

Ακολουθήστε τους κανόνες μικροσκοπίας που γνωρίζετε, ώστε να καταλήξετε στην παρατήρηση του παρασκευάσματος συμπαγούς οστίτη ιστού με τον αντικειμενικό φακό 40x.

Να επιλέξετε το βέλτιστο οπτικό πεδίο με έναν ευδιάκριτο οστεώνα.

Να υποδείξετε στον επιτηρητή τον *σωλήνα του Havers*, ένα *οστεοκύτταρο* με τις *αποφυάδες* του και *μία από τις ομόκεντρες σιβάδες της μεσοκυττάριας ουσίας*.

Στη συνέχεια να σχεδιάσετε τον οστεώνα που υποδείξατε, σημειώνοντας και τις ανωτέρω δομές.

Μεγέθυνση προσοφθάλμιου φακού: .....

Μεγέθυνση αντικειμενικού φακού: .....

Συνολική μεγέθυνση: .....

**Ερώτηση**

Σε τι εξυπηρετεί κατά τη γνώμη σας η σύνδεση των οστεοκυττάρων ενός οστεώνα μεταξύ τους, καθώς και με το αρτηρίδιο και το φλεβίδιο που βρίσκονται εντός του σωλήνα του Havers;

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

**Πηγές**

<http://pdb101.rcsb.org/motm/4>

<http://www.lapigelatine.com/en/applications/food-applications/>

<http://news.mit.edu/2015/collagen-mechanics-water-0122>

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=657507>

Young S. R. (2011), *Gourmet Lab. The Scientific Principles Behind Your Favorite Foods*. NSTA Press (ISBN: 978-1-936137-08-4).

McGee H. (2004), *On Food and Cooking. The Science and Lore of the Kitchen*, εκδ. Scribner, First revised edition (ISBN: 0-684-80001-2).

Reilly K.M. (2008), *The Human Body, 25 Fantastic Projects. Illuminate How the Body Works*. Nomad Press (ISBN: 978-1-9346702-4-8).

Hervé This (2008), *Μοριακή γαστρονομία–Κατσαρόλες και δοκιμαστικοί σωλήνες*, Εκδ. Πατάκης, Μετάφραση-σημειώσεις: Αναστασία Μωράκη, (ISBN 978-960-16-2930-8).

Καστορίνης Α., κ.ά. (2000) *Οδηγός Εργαστηριακών Ασκήσεων Βιολογίας, Θετικής Κατεύθυνσης Β΄ Τάξη Ενιαίου Λυκείου*, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα (ISBN: 960-06-0669-2).

Τα θέματα επιμελήθηκαν:

Η υπεύθυνη του ΕΚΦΕ Χαλανδρίου Κωνσταντινοπούλου Βασιλική και

ο Τσολάκης Γιώργος από το 3<sup>ο</sup> Ημερήσιο ΓΕΛ Νέας Ιωνίας.

**Καλή ειδικότητα!**

Θέμα-Δεξιότητα Μόρια Βαθμολογία

**1<sup>η</sup> Πειραματική διαδικασία**

Ογκομέτρηση	5	
Ανάμειξη	4	
Ρύθμιση λύχνου – Ανάδευση-Θερμομέτρηση	5	
Ισομοίρασμα – Οριζοντίωση	5	
Ομοιομορφία 8 κομματιών	4	
Πίνακας αποτελεσμάτων	8	
Ερώτηση 1 (σταθερές ποσότητες)	5	
Ερώτηση 2 (τάση + ερμηνεία)	6	
Ερώτηση 3 (άριστη θερμοκρασία+100°C)	6	
<b>Σύνολο 1<sup>ου</sup> μέρους</b>	<b>48</b>	

**2<sup>η</sup> Πειραματική διαδικασία**

Ερώτηση 1 (σύγκριση 2 οστών)	4	
Ερώτηση 2 (μεταβολή λόγω ξυδιού + εξήγηση)	6	
Ερώτηση 3 (υποθετικό πείραμα)	7	
<b>Σύνολο 2<sup>ης</sup> διαδικασίας</b>	<b>17</b>	

**3<sup>η</sup> Πειραματική διαδικασία**

Εστίαση	5	
Επιλογή οπτικού πεδίου οστεώνα - Φωτισμός	5	
Χρήση κοχλίων-σωστή υπόδειξη δομών	6	
Σχέδιο	10	
Μεγέθυνση	3	
Ερώτηση (σύνδεση κυττάρων και σωλήνα Άβερς)	6	
<b>Σύνολο 3<sup>ης</sup> διαδικασίας</b>	<b>35</b>	
<b>Σύνολο</b>	<b>100</b>	