

**ΤΟΠΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (EUSO) 2012**  
**ΕΚΦΕ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΗ ΧΗΜΕΙΑ**  
**ΦΥΛΛΟ ΟΔΗΓΙΩΝ**

ημερομηνία: 10/12/2011

Όνοματεπώνυμο μαθητών	Σχολείο
1.	
2.	
3.	

**Θέμα: «Προσδιορισμός ποσοστιαίας μεταβολής της οξύτητας ελαιολάδου πριν και μετά την θερμική κατεργασία του (π.χ. με τηγάνισμα)»**

**Ιστορικά στοιχεία για το ελαιόλαδο:**

Το ελαιόλαδο είναι ένα προϊόν που είναι γνωστό στον άνθρωπο από τους προϊστορικούς ακόμη χρόνους. Το λάδι χρησιμοποιήθηκε για φαγητό και φωτισμό, για θρησκευτικούς λόγους στις διάφορες ιεροτελεστίες, για λόγους υγιεινής τόσο ως καλλυντικό όσο και σε θεραπευτικούς σκοπούς και τέλος στη βιομηχανία. Ως τροφή και μέσο φωτισμού το λάδι χρησιμοποιήθηκε από την εποχή που ο άνθρωπος κατόρθωσε με τα πρωτόγονα μέσα τα οποία διέθετε, να συνθλίψει τους καρπούς του ιερού δέντρου και μετά με την άσκηση πίεσης να συλλέξει το πολύτιμο υγρό. Κατά τους ομηρικούς χρόνους το λάδι χρησιμοποιούνταν για την επάλειψη του σώματος και όχι για τροφή ή φωτισμό. Αργότερα έγινε είδος πρώτης ανάγκης για τους Έλληνες και άρχισε να χρησιμοποιείται για τροφή και φωτισμό όπως αναφέρουν πολλοί συγγραφείς, ανάμεσά τους ο Αριστοφάνης στις «Θεσμοφορίζουσες» και τον «Πλούτο». Το λάδι επίσης χρησιμοποιήθηκε για λόγους υγιεινής και από τους αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους.

Σήμερα αποτελεί μία από τις σπουδαιότερες και πιο υγιεινές τροφές, αφού με την εξέλιξη της τεχνολογίας ανακαλύφθηκαν εκτός από τη βασική θρεπτική του αξία και οι πολύτιμες προστατευτικές αλλά και θεραπευτικές του ιδιότητες που οφείλονται στα παρακάτω αναφερόμενα βασικά αλλά και δευτερογενή συστατικά του.

**Φυσικά συστατικά και χαρακτηριστικές σταθερές του ελαιολάδου:**

Το ελαιόλαδο είναι κυρίως μίγμα εστέρων της γλυκερίνης (1,2,3-προπανοτριόλη) με ανώτερα λιπαρά οξέα όπως ελαϊκό (ακόρεστο  $C_{17}H_{33}COOH$ ), στεατικό (κορεσμένο,  $C_{17}H_{35}COOH$ ) και παλμιτικό (κορεσμένο,  $C_{16}H_{33}COOH$ ). Η κύρια διαφορά του με τα υπόλοιπα έλαια είναι η υψηλή περιεκτικότητά του σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (mono-unsaturated fatty acids). Η συγκέντρωση σε ελαϊκό οξύ ποικίλει μεταξύ 56 και 84% των ολικών λιπαρών οξέων. Η βιολογική όμως αξία του ελαιολάδου έγκειται στις βιολειτουργικές ιδιότητες που έχουν τα περισσότερα από τα δευτερογενή συστατικά του ελαιολάδου (πολυφαινόλες όπως τυροσόλη και υδροξυτυροσόλη, λουτεολίνη, τοκοφερόλες κ), όπως αναλύονται παρακάτω.

Στα 100 γραμμάρια παρθένου ελαιολάδου που καταναλώνουμε, τα 98 είναι λιπαρά οξέα (μονοακόρεστα περίπου 80%), μισό γραμμάριο είναι τα ελεύθερα λιπαρά οξέα στα οποία οφείλεται η οξύτητα του και το υπόλοιπο ενάμισι γραμμάριο περιέχει τα πιο σημαντικά και στην πλειοψηφία τους βιολειτουργικά συστατικά του ελαιολάδου. Αυτά είναι:

- **Πολυφαινόλες** (αυξάνουν την αντίσταση στην οξείδωση),
- **Στερόλες** (εμποδίζουν την απορρόφηση της χοληστερόλης από το έντερο),
- **Καροτένια** (βοηθούν την ανάπτυξη του κυττάρου και την παραγωγή αίματος αλλά επιταχύνουν και τη διαδικασία της επούλωσης τραυμάτων),
- **Τερπενικές αλκοόλες** (βοηθούν την αποβολή της χοληστερόλης),
- **Τοκοφερόλες** (οι γνωστές βιταμίνες Ε που εμποδίζουν την αυτοοξείδωση),
- **Β-καροτίνη** (αντιοξειδωτική και απαραίτητη για την όραση), γνωστή και ως βιταμίνη Α

Οι χαρακτηριστικές σταθερές οι οποίες αποτελούν και τα **βασικά κριτήρια αξιολόγησης** του ελαιολάδου έχουν καθοριστεί από το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (ΔΣΕ) αλλά και σύμφωνα με αυτά που προβλέπονται στον Κανονισμό 2568/91 της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και είναι:

α. Η **Οξύτητα** η οποία εκφράζει την %w/w περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (εκφρασμένα σε ελαϊκό οξύ). π.χ. λάδι με βαθμό οξύτητας 0,5% w/w (λάδι πέντε γραμμών) σημαίνει ότι σε 100 g ελαιολάδου περιέχονται 0,5 g ελεύθερων λιπαρών οξέων. Η οξύτητα θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια ποιότητας για τους επαγγελματίες αλλά και τους απλούς καταναλωτές. Καθορίζει την ποιοτική κατάσταση, τη διαβάθμιση αλλά και την τιμή του ελαιολάδου (κατά μεγάλο μέρος).

β. Η **οξείδωση** η οποία εκφράζει το βαθμό τάγγισης δηλαδή την ποσότητα υπεροξειδίων στο ελαιόλαδο.

γ. Τα **οργανοληπτικά** χαρακτηριστικά του που αναφέρονται στην **οσμή στο χρώμα και στη γεύση**.

#### Κατηγορίες ελαιολάδου:

Με βάση την οξύτητα του το ελαιόλαδο διακρίνεται σε:

**Α. Παρθένο:** Το ελαιόλαδο που εξάγεται κατά 100% από καρπούς ελιάς και μόνο με μηχανικές διεργασίες

Διακρίνεται σε

**Εξαιρετικά (έξτρα) παρθένο:**  
με οξύτητα μικρότερη από 0,8%

**Εκλεκτό παρθένο:**  
Με οξύτητα μικρότερη από 1,5%

**Παρθένο (κοινό):**  
Με οξύτητα μικρότερη από 2%

**Β. Εξευγενισμένο ή ραφινρισμένο (ραφινέ):** Προκύπτει από υποβαθμισμένα μη βρώσιμα ελαιόλαδα τα οποία έχουν υποστεί χημικές και φυσικές διεργασίες βελτίωσης όπως: υδρογόνωση, διαύγηση, βελτίωση της οσμής, της γεύσης, ελάττωση της οξύτητας κ.ά.

**Γ. Ελαιόλαδο (απλό):** Είναι μίγμα παρθένου και εξευγενισμένου ελαιολάδου μη καθορισμένης αναλογίας.

Γενικά τα ελαιόλαδα με οξύτητα **μικρότερη από 3,3%** χαρακτηρίζονται **βρώσιμα** (φαγώσιμα) ενώ για οξύτητες **μεγαλύτερες από 3,3%** χαρακτηρίζονται βιομηχανικά και **μη βρώσιμα**. Να τονιστεί ότι η κατάλληλη οριακή τιμή για τα βρώσιμα δεν πρέπει να ξεπερνάει την τιμή 2%.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βασικός στόχος της άσκησης αυτής είναι να προσδιοριστεί η μεταβολή που υφίσταται η οξύτητα του ελαιολάδου κατά τη θερμική επεξεργασία του (π.χ. τηγάνισμα). Στην άσκηση αυτή δίνονται δύο δείγματα ελαιολάδου Α και Β. Το **δείγμα Α** είναι αγνό παρθένο έξτρα ελαιόλαδο, ενώ το **δείγμα Β** έχει υποστεί μία θερμική επεξεργασία (ένα τηγάνισμα). Από τους μαθητές ζητείται η ογκομέτρηση πρώτα του δείγματος Α και μετά του δείγματος Β, (γίνονται δύο ογκομετρήσεις για κάθε δείγμα και παίρνεται τον μέσο όρο κάθε φορά), με διάλυμα NaOH 0,1M που παρασκευάζετε οι ίδιοι από διάλυμα NaOH 8%w/v που σας δίνεται για το σκοπό αυτό.

Μετά το τέλος των ογκομετρήσεων υπολογίζετε μαθηματικά την εκατοστιαία μεταβολή.

Τα αποτελέσματα σημειώνονται στο φύλλο αξιολόγησης που ακολουθεί στο τέλος του φυλλαδίου.

Καλείστε να ακολουθήσετε τις οδηγίες ώστε να διεκπεραιώσετε με επιτυχία τις παρακάτω δραστηριότητες και μη ξεχνάτε ότι ο χρόνος είναι πολύτιμος και ιδιαίτερα σε περιόδους κρίσης.

*Καλή επιτυχία .....*

**1<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Παρασκευή διαλύματος NaOH 0,1 M με αραιώση.**

Στην εν λόγω δραστηριότητα σας δίνονται όλα τα απαραίτητα όργανα και αντιδραστήρια για να παρασκευάσετε το διάλυμα NaOH 0,1M το οποίο και θα φυλάξετε σε πλαστικό φιαλίδιο για να το χρησιμοποιήσετε στον προσδιορισμό της οξύτητας του ελαιολάδου στις παρακάτω δραστηριότητες.

Παρεχόμενα όργανα	Παρεχόμενα αντιδραστήρια
1. Σιφώνι με πουάρ τριών βαλβίδων	1. Διάλυμα NaOH 8%w/v
2. Ογκομετρική φιάλη	2. Απιονισμένο νερό σε υδροβολέα
3. Χωνί	
4. Πλαστικό φιαλίδιο	
5. Υδροβολέας	

Η διαδικασία που θα ακολουθήσετε και τα όργανα που θα χρησιμοποιήσετε θα καταγραφούν στο φύλλο αξιολόγησης.

**2<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Προσδιορισμός της οξύτητας έξτρα παρθένου ελαιολάδου.**

Να προσδιορίσετε την οξύτητα σε δείγμα έξτρα παρθένου ελαιολάδου (δείγμα Α) εκφρασμένη σε g ελαϊκού οξέος ανά 100g ελαιολάδου.

Παρεχόμενα όργανα	Παρεχόμενα αντιδραστήρια
1. Προχοϊδα σε βάση	1. Διάλυμα NaOH 0,1M που παρασκευάσατε
2. Κωνική φιάλη 100mL	2. Δείγμα ελαιολάδου χωρίς θερμική επεξεργασία (πλαστικό φιαλίδιο "δείγμα Α")
3. Ογκομετρικός κύλινδρος	3. Δείγμα ελαιολάδου μετά τη θερμική επεξεργασία (πλαστικό φιαλίδιο "δείγμα Β")
4. Χωνί	4. Αιθανόλη
5. Υδροβολέας	5. Φαινολοφθαλεΐνη
6. Ηλεκτρονικός ζυγός	

**Πειραματική διαδικασία:**

1. Ζυγίζουμε **10g** από το δείγμα **A** στην κωνική φιάλη
2. Προσθέτουμε 10-15 σταγόνες φαινολοφθαλεΐνη
3. Ογκομετρούμε 25mL αιθανόλης και την προσθέτουμε στην κωνική φιάλη με το δείγμα
4. Γεμίζουμε την προχοΐδα με το ήδη παρασκευασμένο διάλυμα NaOH 0,1M.
5. Αναδεύουμε την κωνική φιάλη για 1 λεπτό (μετράμε σχετικά αργά από το 1 μέχρι το 60) ώστε να ομογενοποιηθεί όσο το δυνατό καλύτερα το ελαιόλαδο με την αιθανόλη.
6. Συνεχίζοντας την ανάδευση ανοίγουμε τη στρόφιγγα ώστε να αρχίσει στάγδην η ροή του πρότυπου διαλύματος από την προχοΐδα.
7. Η ογκομέτρηση σταματάει όταν η παρατηρούμενη αλλαγή του χρώματος παραμένει για χρόνο τουλάχιστον 2 λεπτών (μετράμε έως το 120).
8. Η ογκομέτρηση επαναλαμβάνεται (δύο ογκομετρήσεις για κάθε δείγμα ελαιολάδου).
9. Ο μέσος όρος των δύο μετρήσεων θα είναι η τιμή της μέτρησης που θα χρησιμοποιήσετε για τον υπολογισμό της οξύτητας.

**3<sup>η</sup> Δραστηριότητα: Προσδιορισμός της οξύτητας ελαιολάδου μετά τη θερμική του επεξεργασία.**

1. Επαναλαμβάνουμε τα στάδια της προηγούμενης δραστηριότητας από το 1 έως το 9, για το δεύτερο δείγμα Β.
2. Συμπληρώνουμε το φύλλο αξιολόγησης.



## ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1<sup>η</sup> δραστηριότητα

A. Περιγράψτε περιληπτικά τη διαδικασία που ακολουθήσατε και τα όργανα που χρησιμοποίησατε σε κάθε βήμα για την παρασκευή του πρότυπου διαλύματος NaOH 0,1M

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B. Για την παρασκευή του πρότυπου διαλύματος NaOH 0,1M απαιτήθηκαν:  $V_{\delta}$ = .....mL δ/τος NaOH 8%w/v και  $V_N$ = ..... mL νερού

## 2η δραστηριότητα: Ογκομέτρηση στο δείγμα A

Ογκομέτρηση	Ένδειξη προχοϊδας	Όγκος VmL πρότυπου διαλύματος NaOH 0,1M που καταναλώθηκε
1η	Αρχική ένδειξη προχοϊδας= .....mL	$V_1$ = ..... mL
	Τελική ένδειξη προχοϊδας= .....mL	
2η	Αρχική ένδειξη προχοϊδας= .....mL	$V_2$ = ..... mL
	Τελική ένδειξη προχοϊδας= .....mL	
Μέσος όρος		$V_A$ = ..... mL

3η δραστηριότητα: Ογκομέτρηση στο δείγμα Β

Ογκομέτρηση	Ένδειξη προχοϊδας	Όγκος VmL πρότυπου διαλύματος NaOH 0,1M που καταναλώθηκε
1η	Αρχική ένδειξη προχοϊδας= .....mL	V <sub>1</sub> = ..... mL
	Τελική ένδειξη προχοϊδας= .....mL	
2η	Αρχική ένδειξη προχοϊδας= .....mL	V <sub>2</sub> = ..... mL
	Τελική ένδειξη προχοϊδας= .....mL	
<b>Μέσος όρος</b>		V <sub>B</sub> = ..... mL

**Δραστηριότητα 4<sup>η</sup>:** Υπολογισμός της εκατοστιαίας μεταβολής της οξύτητας κατά τη θερμική επεξεργασία.

**Ερώτηση 1<sup>η</sup>:** Να υπολογίσετε την εκατοστιαία μεταβολή της οξύτητας κατά τη θερμική επεξεργασία.

.....

.....

.....

.....

.....

**Ερώτηση 2<sup>η</sup>:** Με βάση την οξύτητα που μετρήσατε, σε ποια κατηγορία κατατάσσετε το κάθε δείγμα ελαιολάδου;

Δείγμα Α: .....

Δείγμα Β: .....

**Ερώτηση 3<sup>η</sup>:** Αν θεωρήσουμε ότι:

- Το ποσοστό αύξησης της οξύτητας κάθε φορά παραμένει σταθερό σε κάθε τηγάνισμα και
- Το ελαιόλαδο θεωρείται βρώσιμο με οξύτητα μικρότερη του 2%, πόσες φορές πρέπει να τηγανίσουμε ένα έξτρα παρθένο ελαιόλαδο μέγιστης οξύτητας για να παραμείνει βρώσιμο;

.....

.....

.....

.....

.....

**Ερώτηση 4<sup>η</sup>:** Αν υποθέσουμε ότι:

- Κάποια εστιατόρια τηγανίζουν πατάτες χωρίς ανανέωση του ελαιολάδου για τουλάχιστον 20 τηγανίσματα και ότι το ελαιόλαδο που αγοράζουν είναι τύπου εκλεκτό παρθένο οξύτητας 1,5%w/w,
- Η αύξηση της οξύτητας παραμένει σταθερή για κάθε τηγάνισμα,  
Να υπολογίσετε την οξύτητα που αποχτούν τα ελαιόλαδα μετά από τα 20 τηγανίσματα.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

*Παρακαλείσθε μετά το τέλος της εργαστηριακής άσκησης να πλένετε τα χρησιμοποιηθέντα όργανα, ώστε οι επόμενοι να τα βρίσκουν καθαρά.*



Επιμέλεια:  
Γ. Κατσιγιάννης