

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Μελέτη της χημικής σύστασης και της υφής αυγών εκτρεφόμενων  
σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum*»**

**Παπαγεωργίου Άννα**

**ΒΟΛΟΣ 2020**

**«Research on chemical composition and texture of eggs of the farmed snail species *Cornu aspersum maximum*»**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

- 1. Μαριάνθη Χατζηιωάννου**, Επίκουρη καθηγήτρια, Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπουσα***
- 2. Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Αναπληρωτής καθηγητής, Διατροφή Υδρόβιων Ζωϊκών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***
- 3. Περσεφόνη Γιαννούλη**, Επίκουρη Καθηγήτρια Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Σαν ελάχιστο δείγμα εκτίμησης και ευγνωμοσύνης θα ήθελα να απευθύνω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στην επιβλέπουσα της προπτυχιακής μου διατριβής κα. Χατζηγιάννου Μαριάνθη, Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την έμπρακτη υποστήριξη και βοήθεια της, το αμέριστο ενδιαφέρον της και τη συμβολή της στο σχεδιασμό και στη διεξαγωγή των πειραμάτων καθώς και στην τελική διαμόρφωση και διόρθωση του κειμένου της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κα. Γιαννούλη Περσεφόνη, Επίκουρη Καθηγήτρια Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις χρήσιμες συμβουλές και την καθοδήγησή της. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Καραπαναγιωτίδη Ιωάννη, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Θα ήταν παράλειψή μου να μην ευχαριστήσω την κα. Κουγιαγκά Ευκαρπία για τη βοήθεια της κατά τη διάρκεια των πειραμάτων και την αμέριστη συμπαράσταση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης του επιστημονικού αυτού έργου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου την οικογένειά μου για την ηθική και οικονομική τους υποστήριξη και την αμέριστη συμπαράσταση τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το *Cornu aspersum maximum* είναι ένα από τα κύρια εμπορικά είδη σαλιγκαριών παγκοσμίως, ενώ εκτρέφεται με επιτυχία σε πολλές χώρες. Σκοπός της ερευνητικής αυτής εργασίας ήταν η μελέτη της θρεπτικής σύστασης των αυγών του είδους *Cornu aspersum maximum* και οι μεταβολές στη σκληρότητά τους έπειτα από την πάροδο τεσσάρων ημερών. Πιο αναλυτικά, υπολογίστηκε το εκατοστιαίο ποσοστό των ολικών αζωτούχων ενώσεων, ολικών λιπιδίων, τέφρας, υγρασίας και η σκληρότητα των αυγών που λάβαμε. Τα αυγά προήλθαν από την πειραματική εκτροφή του εργαστηρίου Υδροβιολογίας – Ιχθυολογίας (μονάδα Σαλιγκαροτροφίας).

Για την ολοκλήρωση του πειράματος της εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 2.028 αυγά. Από αυτά τα αυγά, τα 1.800 προήλθαν από την κατάψυξη και χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης όπου, το ποσοστό υγρασίας των αυγών ήταν  $78,07 \pm 3,81\%$ . το ποσοστό πρωτεΐνης ήταν  $23,76 \pm 0,62\%$ , το ποσοστό λίπους ήταν  $0,01 \pm 0,005\%$  και το ποσοστό τέφρας ήταν υψηλό με τιμή  $25,08 \pm 0,70\%$ .

Για την εύρεση της σκληρότητας και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των αυγών χρησιμοποιήσαμε 228 αυγά τα οποία προήλθαν από δύο ωαποθέσεις και συντηρούνταν στο ψυγείο για τέσσερις ημέρες. Τα αυγά ζυγίστηκαν ατομικά και μετρήθηκε η διάμετρος τους. Στη συνέχεια έγινε ο προσδιορισμός της σκληρότητάς τους σε μηχάνημα Admet texture analyzer eXpert. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για το διάστημα των τεσσάρων ημερών το βάρος των αυγών έλαβε τιμές από 0,03 gr έως 0,04 gr και η διάμετρος από 3,62 mm έως 4,30 mm.. Για την ωαπόθεση Α, η ποσοστιαία τιμή της  $F_{max}$  κυμάνθηκε από την πρώτη ημέρα ήταν 0, N, έως 2,48 N.

Συμπερασματικά, το ποσοστό της υγρασίας των αυγών που μελετήσαμε ήταν πολύ μεγάλο και το ποσοστό του λίπους ιδιαίτερα μικρό. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ήταν σχετικά χαμηλή. Επίσης η συντήρηση στο ψυγείο για το διάστημα των τεσσάρων ημερών δεν επηρέασε ιδιαίτερα τις τιμές του βάρους και της διαμέτρου των αυγών. Επηρέασε όμως τη σκληρότητα την τρίτη ημέρα όπου καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή της  $F_{max}$  και για τις δύο ωαποθέσεις.

**Λέξεις κλειδιά:** *Cornu aspersum maximum*, αυγά σαλιγκαριών, χημική σύσταση, σκληρότητα

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	iv
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	v
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	1
1.1 Γενικά.....	1
1.2 <i>Cornu aspersum</i> .....	1
1.3 Μορφολογία σώματος σαλιγκαριού.....	3
1.4 Βιολογικός κύκλος του <i>Cornu aspersum</i> .....	4
1.5 Γεννητικό σύστημα .....	5
1.6 Δομή και ωρίμανση της γονάδας του <i>Cornu aspersum</i> .....	8
1.7 Χαβιάρι Σαλιγκαριών, παραγωγή και μεταποίηση .....	8
1.8 Αντικείμενο και στόχοι της έρευνας .....	10
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....	11
2.1 Ζώα πειράματος .....	11
2.2. Προσδιορισμός υγρασίας - ξηρής ουσίας.....	12
2.3 Προσδιορισμός Ολικών Αζωτούχων Ουσιών .....	14
2.4 Προσδιορισμός ολικών λιπαρών οξέων .....	17
2.5 Προσδιορισμός τέφρας.....	19
2.6 Προσδιορισμός σκληρότητας αυγών.....	20
2.6 Στατιστική ανάλυση .....	21
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	22
3.1 Προσδιορισμός υγρασίας / ξηρής ουσίας.....	22
3.2 Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών.....	22
3.3 Προσδιορισμός ολικών λιπαρών οξέων .....	22
3.4 Προσδιορισμός τέφρας.....	22
3.5 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά και υγρό βάρος αυγών .....	23
3.6 Προσδιορισμός σκληρότητας.....	25
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	27
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	31
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	32
<b>ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	32
<b>ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	35
<b>7. ABSTRACT</b> .....	37

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Γενικά

Τα σαλιγκάρια χρησιμοποιούνταν από τα αρχαία ακόμη χρόνια αποτελώντας τροφή για τον άνθρωπο, με τις πρώτες εκτροφές για την κάλυψη των καθημερινών διατροφικών αναγκών, να έχουν ξεκινήσει από τους Ρωμαίους. Πιο συγκεκριμένα, ο Ρωμαίος πολιτικός Fulvius Hirpinus πριν από 2000 χρόνια, ασχολήθηκε με την εκτροφή αυτού του είδους, χρησιμοποιώντας για πρώτη φορά στα ιστορικά δεδομένα το εντατικό σύστημα εκτροφής χερσαίων σαλιγκαριών (Lirette et al 1992).

## 1.2 *Cornu aspersum*

Το Πνευμονοφόρο Γαστερόποδο *Cornu aspersum* (συνώνυμο *Helix aspersa*) αποτελεί ένα από τα κυριότερα εμπορεύσιμα είδη σαλιγκαριών σε παγκόσμια κλίμακα. Στον Ελλαδικό χώρο, η εκτροφή του είδους αποτελεί ένα δυναμικό, καινοτόμο και αναπτυσσόμενο κλάδο της ζωικής παραγωγής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα χωρών που κατέχουν την πρωτιά στην εκτροφή σαλιγκαριών τα τελευταία χρόνια, αποτελεί η Ιταλία, ενώ πριν από δύο δεκαετίες κατείχε τη πρωτιά η Γαλλία. (Δαγκαλίδης, 2012).

Η συστηματική κατάταξη του *C. aspersum* (O. F. Muller 1774) είναι η παρακάτω (Χατζηγιωάννου και Στάικου 2015):

- Βασίλειο: Animalia
- Φύλο : Mollusca
- Κλάση : Gastropoda
- Υπόκλαση: Pulmonata
- Τάξη: Stylommatophora
- Οικογένεια : Helicidae
- Γένος : *Cornu*
- Είδος: *aspersum*

Το υποείδος *Cornu aspersum maximum* είναι γνωστό με το κοινό όνομα στα γαλλικά ως 'gros-gris' και το υποείδος *C. aspersum aspersum* είναι γνωστό ως 'petit-gris'.

Το *Cornu aspersum*, κινείται, όπως όλα τα χερσαία Γαστερόποδα, με τη βοήθεια του μυώδους ποδιού και της βλέννας που εκκρίνεται από τους αδένες με την κίνηση αφήνει ένα ίχνος πίσω της. Τρέφεται από διάφορα φυτά, και μπορεί να αποτελέσει σοβαρό παράσιτο σε καλλιέργειες λαχανικών. Σύμφωνα με τους Thompson et al. (2007) και Iglesias et al. (1999), το σαλιγκάρι στο φυσικό του περιβάλλον καταναλώνει διάφορα χόρτα, όπως τριφύλλι, πικραλίδα, χαμομήλι και δενδρομολόχες αλλά και τροφές, όπως φυλλώδη λαχανικά, δημητριακά και εσπεριδοειδή. Επιπλέον, μετά από πειράματα και έρευνες αποδείχτηκε ότι η τροφή στο φυσικό περιβάλλον επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την αύξηση και την αναπαραγωγή των σαλιγκαριών (Boschi et al. 2007). Κατά επέκταση έρευνες αποδεικνύουν ότι είναι πιθανό να επηρεάζεται και η ποιότητα των αυγών που παράγουν.

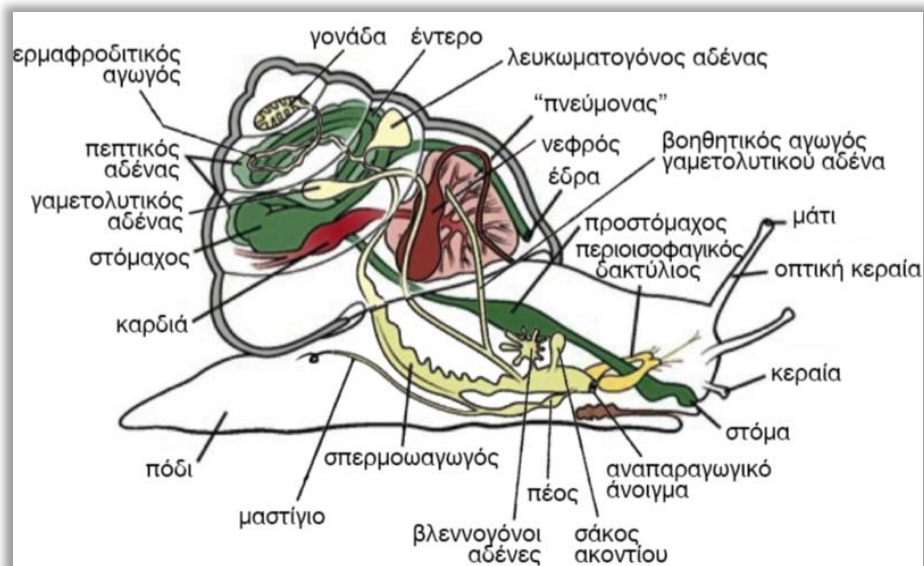
Τα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια χρησιμοποιούνται ως τρόφιμα υψηλής διατροφικής αξίας (κρέας σαλιγκαριών, escargot) αλλά και ως πηγή για την παραγωγή ειδικών προϊόντων όπως το χαβιάρι σαλιγκαριών, η βλέννα και οι διάφορες βιοδραστικές ουσίες που εκκρίνει το σώμα τους. Αυτές οι ουσίες χαρακτηρίζονται από μεγάλη εμπορική αξία με σταθερή ζήτηση και εξασφαλισμένες αγορές (Χατζηγιωάννου και Στάικου, 2015). Επίσης η υψηλή διατροφική αξία των εμπορεύσιμων σαλιγκαριών οφείλεται στο ωφέλιμο λίπος που διαθέτουν καθώς παρέχουν Ω3 λιπαρά οξέα, τα οποία θεωρούνται απαραίτητα (Χατζηγιωάννου και Στάικου, 2015). Τα απαραίτητα λιπαρά οξέα δεν μπορεί να τα συνθέσει ο ανθρώπινος οργανισμός και για αυτό τον λόγο, πρέπει να τα λάβει με τη διατροφή του.

Σε αυτό το σημείο όμως, αξίζει να σημειωθεί ότι η ποιότητα της τροφής παίζει σπουδαίο ρόλο στην αύξηση και την αναπαραγωγή των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών. Για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί ότι σε εντατικές συνθήκες εκτροφής του είδους *Cornu aspersum*, το σαλιγκάρι φαίνεται να προτιμά δίαιτες που βασίζονται σε φυτικές παρά σε ζωικές πρωτεΐνες, ενώ η επιλογή των πρώτων υλών, ειδικότερα των δημητριακών, είναι ένας σημαντικός παράγοντας, όσον αφορά τη γευστικότητα του σιτηρεσίου (Χατζηγιωάννου και Στάικου, 2015).



### 1.3 Μορφολογία σώματος σαλιγκαριού

Τα σαλιγκάρια έχουν μαλακό σώμα, όπως όλα τα μαλάκια, το οποίο προστατεύεται από το κέλυφός τους. Το σώμα τους χωρίζεται σε δύο τμήματα. Το ένα τμήμα περιλαμβάνει το πόδι και το κεφάλι, και το άλλο τμήμα τη σπλαχνική μάζα. Το τμήμα κεφάλι-πόδι περιλαμβάνει τα αισθητήρια όργανα, τα εγκεφαλικά γάγγλια, την αρχή του πεπτικού συστήματος και το όργανο κίνησης. Η σπλαχνική μάζα περιλαμβάνει το υπόλοιπο πεπτικό σύστημα, τα νεύρα και γάγγλια, το κυκλοφορικό, το απεκκριτικό, το αναπνευστικό και το αναπαραγωγικό σύστημα. Η γενική οργάνωση του σώματος ενός σαλιγκαριού φαίνεται στην Εικόνα 1.



**Εικόνα 1.** Σχέδιο οργάνωσης του σώματος χερσαίου σαλιγκαριού, όπου φαίνεται σχηματικά η θέση των διαφόρων λειτουργικών συστημάτων. (Πηγή: Χατζηγιάννου, και Στάικου 2015)

Η σπλαχνική μάζα βρίσκεται συνεχώς προστατευμένη στο εσωτερικό του κελύφους, ενώ το πόδι, με τα όργανα που φέρει, μπορεί να εκβάλει από το κέλυφος, όταν το σαλιγκάρι έρπει, τρέφεται ή ζευγαρώνει, και μπορεί να αποσύρεται στο εσωτερικό του κελύφους σε περιόδους ανάπαυσης. Συχνά, κατά τη διάρκεια των περιόδων της καλοκαιρινής και της χειμερινής νάρκης, το σαλιγκάρι αποσύρει ολόκληρο το σώμα του μέσα στο κέλυφος και κλείνει το άνοιγμα του κελύφους με το επίφραγμα, το οποίο κατασκευάζεται προσωρινά από αποξηραμένη βλέννα και

αποθέσεις ασβεστίου. Όταν το σαλιγκάρι ξυπνήσει από τη νάρκη, απορρίπτει το επίφραγμα πριν δραστηριοποιηθεί.

#### 1.4 Βιολογικός κύκλος του *Cornu aspersum*

Το *Cornu aspersum*, όπως και όλα τα χερσαία Γαστερόποδα, είναι ερμαφρόδιτο και υποχρεωτικά ετερογονιμοποιούμενο. Η αναπαραγωγική περίοδος του *C. aspersum* στις περιοχές της Μεσογείου συμβαίνει αργά την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι (Ports, 1975). Οι Igglessias et al., (1996) αναφέρουν ότι το *C. aspersum* στην Ισπανία αναπαράγεται δυο φορές το χρόνο, την Άνοιξη και το Φθινόπωρο. Στην Ελλάδα το είδος αυτό εμφανίζει μια αναπαραγωγική περίοδο το φθινόπωρο (Lazaridou et al., 1983).

Η αναπαραγωγή του *C. aspersum* περιλαμβάνει διάφορα χαρακτηριστικά, όπως το πολλαπλό ζευγάρωμα, η μεγάλη διάρκεια αποθήκευση του σπέρματος και η συμπεριφορά της εκτίναξης ακοντίου (Madec et al., 2005). Το κάθε σαλιγκάρι μπορεί να ζευγαρώσει πολλές φορές κατά την αναπαραγωγική περίοδο. Το σπέρμα που λαμβάνει το χρησιμοποιεί άμεσα ή το αποθηκεύει για να το χρησιμοποιήσει στο μέλλον ή και καθόλου (Madec et al., 2005). Τα ωάρια παράγονται μετά τη σύζευξη και γονιμοποιούνται από το σπέρμα που έχουν δεχθεί τα σαλιγκάρια. Τα αυγά που θα προκύψουν κυμαίνονται από 40 έως 200 και εκκολάπτονται μετά από 10 έως 15 ημέρες, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες (Runham, 1975).

Στη φύση συνήθως απαιτούνται ένα έως δύο χρόνια αύξησης για να φθάσουν στην ωριμότητα (Dekle and Fasulo, 2002). Επίσης, σε ανοιχτή εκτροφή στη Β. Αμερική σύμφωνα με τον Pots (1975) απαιτούνται από ένα έως τέσσερα χρόνια. Από τις υπάρχουσες μελέτες για το *C. aspersum*, σε εργαστηριακές εκτροφές (απόλυτα ελεγχόμενες συνθήκες) στην Ευρώπη γνωρίζουμε ότι τα ζώα που τρέφονται με σιτηρέσιο εμπλουτισμένο με ασβέστιο μεγαλώνουν ως το εμπορεύσιμο μέγεθος σε 2,5 με 6 μήνες (Madec and Daguzan, 1993, Lazaridou-Dimitriadou et al., 1998). Από τα αποτελέσματα που υπάρχουν για την εκτροφή του *C. aspersum* στην Ελλάδα, είναι γνωστό ότι τα σαλιγκάρια φθάνουν στο εμπορεύσιμο μέγεθος σε διάστημα 4 μηνών (Gogas et al., 2003).



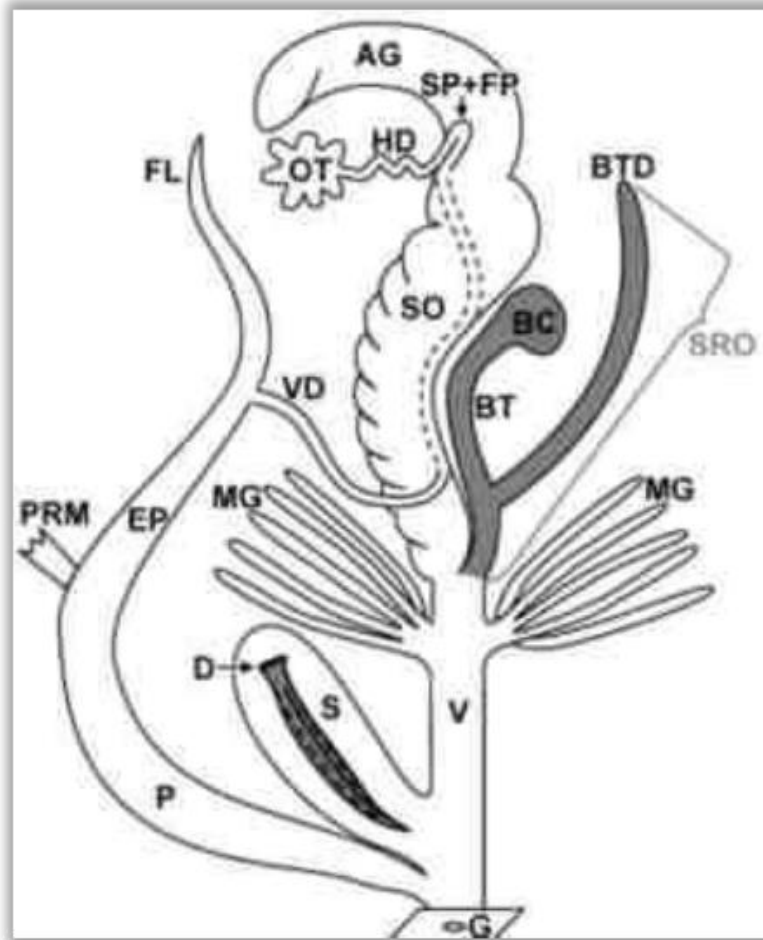
**Εικόνα 2:** Σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum maximum* τα οποία εκτρέφονται και αναπαράγονται υπό συνθήκες εργαστηρίου στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

### 1.5 Γεννητικό σύστημα

Το γεννητικό σύστημα (από Δεσποτοπούλου, 2008) του *Cornu aspersum* (Εικόνα 3) αποτελείται από τα εξής μέρη:

- 1) Τη γονάδα ή ερμαφροδιτικό αδέν (OT) που είναι το όργανο παραγωγής τόσο των αρσενικών όσο και των θηλυκών γαμετών.
- 2) Το ακόντιο (D) παράγεται και αποθηκεύεται στο στυλοφόρο (S, συχνά καλούμενο θήκη ακοντίου) και εκτοξεύεται από την αναστροφή αυτού του οργάνου.
- 3) Οι βλεννογόνοι αδένες (MG)
- 4) Το όργανο σύζευξης (P)
- 5) Τον ερμαφροδιτικό αγωγό (HD)
- 6) Τη σπερματοθήκη (SP), στην οποία λαμβάνει χώρα η γονιμοποίηση των ωαρίων αλλά και η αποθήκευση του ξένου σπέρματος

- 7) Τον λευκωματογόνο αδένα (AG), στον οποίο παράγεται το αλβουμινικό υγρό που καλύπτει τα γονιμοποιημένα ωάρια κατά την έξοδό τους από τη σπερματοθήκη
- 8) Τη σπερματοκύστη (BC), η οποία είναι υπεύθυνη για την αποικοδόμηση της περίσσειας του σπέρματος που παράγει το σαλιγκάρι (autosperm), συνήθως μετά το τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου, καθώς και του ξένου σπέρματος (allosperm) που περιέχεται μέσα στο σπερματοφόρο (Koemtzopoulos and Staikou, 2007).
- 9) Το σπερματαγωγό (SO), διαμέσου του οποίου κινείται τόσο το σπέρμα από και προς τη σπερματοθήκη όσο και τα γονιμοποιημένα ωάρια που κατέρχονται από τη σπερματοθήκη στο γεννητικό άνοιγμα κατά την ωαπόθεση. Το τελικό τμήμα του αγωγού ονομάζεται κόλπος αφού εκεί σχηματίζονται οι μεμβράνες και το κέλυφος του αυγού (Koemtzopoulos and Staikou, 2007).
- 10) Το απαγωγό κανάλι του σπέρματος (VD)
- 11) Τον επίφαλλο (EP) και το μαστίγιο (FL), στο οποίο συμβαίνει ο σχηματισμός του σπερματοφόρου.



**Εικόνα 3:** Σχέδιο της μορφολογίας του γεννητικού συστήματος του *C. aspersum* D: ακόντιο, S: στυλοφόρο, MG: βλεννογόνοι αδένες, P: όργανο σύζευξης, EP: επίφαλλος, FL: μαστίγιο, BTD: βοηθητικός αγωγός της σπερματοκύστης, BT: αγωγός της σπερματοκύστης, BC: σπερματοκύστη, SRO: όργανο λήψης σπερματοφόρου, SP: σπερματοθήκη, FP: σάκος γονιμοποίησης, AG: λευκωματογόνος αδένας, G: γεννητικός πόρος, HD: ερμαφροδιτικός αγωγός, OT: γονάδα, PRM: μυς του οργάνου σύζευξης, SO: σπερματοαγωγός, V: κόλπος, VD: απαγωγό κανάλι του σπέρματος (Πηγή: Δεσποτοπούλου,2008).

## 1.6 Δομή και ωρίμανση της γονάδας του *Cornu aspersum*

Η γονάδα εντοπίζεται στην τελευταία σπείρα του κελύφους, στην κορυφή του σώματος βυθισμένη μέσα στον πεπτικό αδένα. Το χρώμα της είναι φαιοκίτρινο και αποτελείται από ένα λοβό ο οποίος αποτελείται από πολυάριθμες υπομονάδες, τα λοβίδια (acini). Το κάθε λοβίδιο αποτελεί τη βασική μονάδα της γονάδας και είναι ένας επίμηκες σάκος, κλειστός στο τελικό του άκρο και ανοιχτός στο άλλο άκρο το απαγωγό σωληνάριο. Όλα τα απαγωγά σωληνάρια ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν τον ερμαφροδιτικό αγωγό (Gomot and Enee, 1980, Δεσποτοπούλου, 2008).

Στη γονάδα των σαλιγκαριών παράγονται τόσο τα ωάρια όσο και τα σπερματοζωάρια, συνήθως (όχι πάντα) ταυτόχρονα. Στο είδος *C. aspersum* όπως και σε πολλά χερσαία Γαστερόποδα επικρατεί το φαινόμενο της *πρωτανδρίας*, δηλαδή παρατηρείται η «αρσενική» φάση της γονάδας στην αρχή κάθε αναπαραγωγικού κύκλου, στη διάρκεια της οποίας ωριμάζουν τα αρσενικά γεννητικά κύτταρα, και η «θηλυκή φάση» προς το τέλος του αναπαραγωγικού κύκλου όπου ωριμάζουν τα ωάρια (Duncan, 1975).

Όσον αφορά τη διαδικασία της ωογένεσης αυτή έχει έξι αναπτυξιακά στάδια τα οποία είναι: α) τα ωογόνια, β) τα νεαρά ωοκύτταρα, γ) τα προ-μειωτικά ωοκύτταρα, δ) τα προ-λεκιθικά ωοκύτταρα, ε) τα πρώτου σταδίου λεκιθικά ωοκύτταρα και στ) τα δευτέρου σταδίου λεκιθικά ωοκύτταρα (Tompa, 1984).

## 1.7 Χαβιάρι Σαλιγκαριών, παραγωγή και μεταποίηση

Στα εκτροφεία σαλιγκαριών, τα κύρια είδη που συναντάμε είναι το *Cornu aspersum aspersum* και το *Cornu aspersum maximum*. Τα Γαστερόποδα που αναφέραμε, προσφέρουν στην αγορά βρώσιμα υλικά όπως το κρέας και τα αυγά τους.

Τα αυγά αυτά, αποτελούν την πρώτη ύλη για την παραγωγή μιας λιχουδιάς που ονομάζεται «λευκό χαβιάρι» ή «χαβιάρι escargot» ή «Snail Eggs». Το κλασικό χαβιάρι παράγεται από αυγά οξύρρυγχου του οποίου ο πληθυσμός παρουσιάζει μείωση τα τελευταία χρόνια (Bronzi et al. 2014). Παρόλο που το χαβιάρι σαλιγκαριών θα μπορούσε να αντικαταστήσει το κλασικό χαβιάρι, υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά

που το διαφοροποιούν. Οι κύριες διαφορές τους εντοπίζονται στο χρώμα, το μέγεθος και την γεύση των αυγών (Maćkowiak, 2017).

Η μάζα των αυγών κατά μέσο όρο μιας ωοαπόθεσης του *Cornu aspersum* είναι μεταξύ 3 και 6 gr ενώ η διάμετρος τους κυμαίνεται συνήθως στα 3 έως 6 mm (Szkucik et al. 2011). Επίσης, το σχήμα τους είναι σφαιρικό, το χρώμα τους είναι γαλακτώδες-λευκό και είναι αδιαφανή (Szkucik et al. 2011). Η γεύση τους θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως γήινη που παραπέμπει σε σπαράγγια ή άγρια μανιτάρια (Kolman et al. 2010).



**Εικόνα 4:** Αυγό σαλιγκαριού του είδους *Cornu aspersum maxima* (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Ο αριθμός των αυγών μιας ωοαπόθεσης του σαλιγκαριού *Cornu aspersum maximum* κυμαίνεται από 120 έως 250, ενώ στο *Cornu aspersum aspersum* από 80 έως 150 (Skalmowski 2010, Szkucik et al. 2011). Τα αυγά που συλλέγονται μεταφέρονται σε κόσκινα και στη συνέχεια ξεπλένονται με νερό και επιλέγονται με το χέρι. Η επεξεργασία του τελικού προϊόντος πραγματοποιείται στους 4 °C και περιλαμβάνει ζύγιση αυγών σε μεμονωμένες μερίδες 50 g για λιανική πώληση σε γυάλινα βάζα. Στη

συνέχεια, τα αυγά τοποθετούνται σε βάζα με άλμη προκειμένου να συντηρηθούν (Maćkowiak, 2017).

Η παραγωγή των αυγών από σαλιγκάρια, είναι πενιχρή σε σύγκριση με την παραγωγή χαβιαριού, όπως αυτή από τον οξύρρυγχο. Συγκριτικά, ένα σαλιγκάρι τυπικά παράγει 4 γραμμάρια αυγών ετησίως, ενώ ένας οξύρρυγχος μέχρι και 18 κιλά αυγών (Britton 1987). Γενικά, το χαβιάρι από αυγά σαλιγκαριών, είναι ένα σπανιότατο προϊόν αφού ελάχιστοι το παράγουν στον κόσμο εξ αιτίας της πολύ δύσκολης μεταποίησής του. Για τον λόγο αυτό η τιμή πώλησής τους είναι αρκετά υψηλή. Για παράδειγμα, τα κουτάκια των 35 gr. έχουν λιανική τιμή που κυμαίνεται μεταξύ 80€-100€ (Soteriou 2014). Οι δυνατότητες παραγωγής του πάντως στην Ελλάδα είναι πολύ μεγάλες και με προοπτικές αξιόλογης εξαγωγής. Παρόλα αυτά, σήμερα το χαβιάρι από τα σαλιγκάρια παράγεται μόνο στη Βρετανία, τη Γαλλία και την Ιταλία (Ανώνυμος 2017)

#### 1.8 Αντικείμενο και στόχοι της έρευνας

Σκοπός της παρούσας Προπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας ήταν ο προσδιορισμός της θρεπτικής σύστασης των αυγών του είδους *C. a. maximum* και των μεταβολών στη σκληρότητα τους έπειτα από συντήρηση τεσσάρων ημερών.

Η μελέτη αφορούσε αυγά εκτρεφόμενων σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum* που συλλέχτηκαν από μονάδα εκτροφής και αναπαράχθηκαν στο εργαστήριο. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας έγινε προσδιορισμός των ολικών αζωτούχων ενώσεων, ολικών λιπιδίων, τέφρας, υγρασίας και σκληρότητας των αυγών. Η χημική σύσταση προσδιορίστηκε από τα αυγά της κατάψυξης, εφόσον παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου αρχικά. Οι μετρήσεις της σκληρότητας έλαβαν χώρα μία ημέρα έως πέντε ημέρες μετά την παραλαβή των αυγών ενώ η χημική σύσταση προσδιορίστηκε σε αυγά που είχαν διατηρηθεί στην κατάψυξη για τις ανάγκες του πειράματος.



## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Ζώα πειράματος

Τα αυγά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν από σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum maximum*. Το πείραμα διήρκεσε 21 ημέρες από 6 Ιουλίου του 2020 μέχρι 27 Ιουλίου του 2020. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια.

Πρώτα, χρησιμοποιήθηκαν 1800 αυγά τα οποία παράχθηκαν στο εργαστήριο Εκτροφής Γαστερόποδων του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας παρέμεναν στην κατάψυξη, για τον προσδιορισμό της θρεπτικής σύστασής τους.

Κατά το δεύτερο στάδιο συλλέχθηκαν για τις ανάγκες του πειράματος από μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών στην περιοχή του νομού Μαγνησίας.



**Εικόνα 5.:** Μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum* στη περιοχή Άλλη μεριά Βόλου. (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

## 2.2. Προσδιορισμός υγρασίας - ξηρής ουσίας

Στις 6 Ιουλίου, επιλέχθηκαν 1800 αυγά τα οποία διατηρούνταν στην κατάψυξη στους  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  από τον Απρίλιο του 2020. Ακολούθησε η κωδικοποίηση 60 δοχείων από πορσελάνη και προσδιορίστηκε το ατομικό βάρος τους. Αφού τοποθετήθηκαν 30 αυγά ανά δοχείο, προσδιορίστηκε το συνολικό βάρος κάθε δοχείου. Για τις αναλύσεις προσδιορισμού της χημικής σύστασης έγινε ξήρανση των αυγών. Τα αυγά παρέμειναν στον κλίβανο σε σταθερή θερμοκρασία στους  $105^{\circ}\text{C}$  για 24 ώρες (AOAC 1995). Όταν ολοκληρώθηκε η ξήρανση, τα δοχεία με τα δείγματα παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 5 λεπτά και έπειτα ζυγίστηκαν ατομικά. Τέλος, τα αποξηραμένα αυγά, κονιορτοποιήθηκαν με γουδί και αποθηκεύτηκαν σε αεροστεγές πλαστικό σακουλάκι, που δεν επέτρεπε την είσοδο υγρασίας. Το δείγμα στο σακουλάκι χρησιμοποιήθηκε για τις αναλύσεις (προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ενώσεων, ολικών λιπαρών ενώσεων, υγρασίας και τέφρας) στο εργαστήριο Φυσιολογίας του τμήματος.

Το ποσοστό της υγρασίας / ξηρής ουσίας υπολογίστηκε ως εξής:

$$W_{\text{ξηρής ουσίας}} = W_{\text{δείγματος μετά την ξήρανση μαζί με το δισκίο}} - W_{\text{δισκίου}}$$

$$\text{Ξηρή ουσία \%} = (W_{\text{ξηρής ουσίας}} \times 100) / W_{\text{δείγματος}}$$

Όμοια,

$$W_{\text{υγρασία}} = W_{\text{δείγματος}} - (W_{\text{δείγματος μετά την ξήρανση}} - W_{\text{δισκίου}})$$

$$\text{Υγρασία \%} = (W_{\text{υγρασία}} \times 100) / W_{\text{δείγματος}}$$

Όπου:

W: Το βάρος των δειγμάτων σε gr



**Εικόνα 6:** Κονιορτοποίηση των αυγών και αποθήκευση του συνολικού δείγματος (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

### 2.3 Προσδιορισμός Ολικών Αζωτούχων Ουσιών

Με την μέθοδο Kjeldahl (AOAC 1990) εκτιμήθηκε το ποσοστό κατά μέσο όρο των ολικών αζωτούχων ουσιών (πρωτεϊνών) στα αυγά των σαλιγκαριών που μελετήσαμε. Η διαδικασία προσδιορισμού των αζωτούχων ενώσεων πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- Αρχικά ζυγίστηκαν 200 mg (0,2 g) κάθε δείγματος) και μεταφέρθηκαν στις ειδικές φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl μαζί με δύο ταμπλέτες καταλύτη Kjeltabs (5 g Potassium Sulphate  $K_2SO_4$  και 5 g Copper (II) Sulphate  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ), για να επιταχυνθεί η αντίδραση της πέψης (Πλιαμέρη και Στέφου 2019).
- Κατόπιν, ακολούθησαν η διαδικασία της πέψης των δειγμάτων, τα οποία θερμαίνονται παρουσία πυκνού θεικού οξέος, πραγματοποιείται η διάσπαση όλων των αζωτούχων ουσιών και απελευθερώνεται το άζωτο (N) του δείγματος, το οποίο κατόπιν δεσμεύεται σε θειικό αμμώνιο, σύμφωνα με την παρακάτω χημική αντίδραση: Οργανικό N +  $H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + H_2O + CO_2$  + λοιπά παραπροϊόντα (Πλιαμέρη και Στέφου 2019).
- Σε κάθε φιάλη βρασμού προστέθηκαν, χρησιμοποιώντας τον ειδικό δοσομετρητή 15 ml πυκνού θεικού οξέος ( $H_2SO_4$ ) και δύο ταμπλέτες καταλύτη Kjeldahl (περιείχε θείο) για να επιταχύνει την αντίδραση. Οι φιάλες βρασμού τοποθετήθηκαν σε ειδική συσκευή πέψης (Kjeltec 2000) που ήταν τοποθετημένη σε επαγωγό και τα δείγματα αφέθηκαν να χωνευτούν και να βράσουν διαδοχικά σε 3 στάδια συνολικής διάρκειας 85 λεπτών:

**Στάδιο 1** → 5 λεπτά με ισχύ βρασμού 100%

**Στάδιο 2** → 20 λεπτά με ισχύ βρασμού 55%

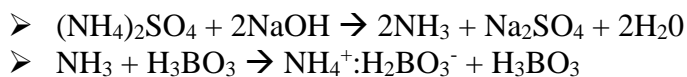
**Στάδιο 3** → 60 λεπτά με ισχύ βρασμού 90%

Τα δείγματα, αφέθηκαν να κρυσώσουν για περίπου 30 λεπτά αφήνοντας σε λειτουργία την παγίδα αερίων και τον επαγωγό (Πλιαμέρη και Στέφου 2019).



**Εικόνα 7:** Τοποθέτηση των φιαλών βρασμού σε ειδική συσκευή πέψης που ήταν τοποθετημένη σε επαγωγό (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Κατόπιν, ακολούθησε η διαδικασία της απόσταξης κατά την οποία το θειικό αμμώνιο αντιδρά με υδροξείδιο του νατρίου και αποδεσμεύεται αμμωνία (σε αέρια μορφή) και θειικό νάτριο. Η αμμωνία έπειτα αντιδρά με βορικό οξύ και το άζωτο του δείγματος δεσμεύεται σε μορφή βορικού αμμωνίου, σύμφωνα με τις εξής αντιδράσεις:



Για τη διαδικασία της απόσταξης, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ειδική συσκευή απόσταξης. Αρχικά, κατά την απόσταξη, επιλέχθηκε το επιθυμητό πρόγραμμα και τοποθετήθηκε προσεκτικά η κάθε φιάλη στη συσκευή απόσταξης. Παράλληλα τοποθετήθηκε μία κωνική φιάλη με τρεις σταγόνες δείκτη ερυθρού του μεθυλίου (methyl red) στην ειδική θέση της συσκευής για την υποδοχή της αμμωνίας στο διάλυμα βορικού οξέος. Σε κάθε δείγμα προστέθηκαν 100ml αποσταγμένου  $\text{H}_2\text{O}$ , 80ml  $\text{NaOH}$  και 50 ml  $\text{H}_2\text{BO}_3$ . Ο συνολικός χρόνος της απόσταξης κάθε δείγματος ήταν 6 λεπτά. Το βορικό αμμώνιο συγκεντρωνόταν σε κωνική φιάλη με τις σταγόνες του δείκτη, για να χρησιμοποιηθεί κατά την επόμενη και τελευταία διαδικασία της μεθόδου αυτή της τιτλοδότησης (Πλιαμέρη και Στέφου 2019).

Τέλος, ακολούθησε η διαδικασία της τιτλοδότησης κατά την οποία το βορικό αμμώνιο τιτλοδοτείται με υδροχλωρικό οξύ χρησιμοποιώντας ένα δείκτη για το τελικό σημείο της παρακάτω χημικής αντίδρασης:



Η συγκέντρωση (σε moles) των ιόντων υδρογόνου που απαιτούνται για να καταλύσουν την αντίδραση έως το τελικό σημείο ισοδυναμεί με τη συγκέντρωση του αζώτου που περιέχει το δείγμα.

Η κωνική φιάλη που περιείχε το βορικό αμμώνιο τοποθετήθηκε σε θέση συνεχούς ανακίνησης στην ειδική βάση της συσκευής τιτλοδότησης και προστέθηκε ένας μαγνήτης στον πυθμένα της ώστε να επιτυγχάνεται η ανάδευση και στη συνέχεια προσθέτοντας σε αυτήν με αργό ρυθμό καταγεγραμμένη ποσότητα δεκατοκανονικού διαλύματος (0,1N) υδροχλωρικού οξέος (HCl). Η τελική αλλαγή του χρώματος στο διάλυμα σε χρώμα έντονου ροζ σηματοδοτούσε και το τελικό σημείο της αντίδρασης. Μόλις πραγματοποιήθηκε η αλλαγή του χρώματος του διαλύματος καταγράφηκαν τα ml του υδροχλωρικού που χρησιμοποιήθηκαν για την εξουδετέρωση του βορικού αμμωνίου του δείγματος (Πλιαμέρη και Στέφου 2019). Η περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο (N%) υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$N\% = \frac{(ml\ HCl - ml\ Blank) \times N\ \delta/τος\ HCl \times 0,014007}{\text{Βάρος Δείγματος}, g}$$

Όπου, Blank = η τιτλοδότηση κενής φιάλης (χωρίς δείγμα), η οποία χρησιμοποιείται ως συντελεστής διόρθωσης ή ως μάρτυρας.

Κατόπιν, από τη συγκέντρωση του αζώτου (N) στο δείγμα μπορεί να υπολογιστεί η περιεχόμενη πρωτεΐνη του που βρίσκεται μέσα σε αυτό σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Πρωτεΐνη (\%)} = N (\%) \times 6,25$$

Όπου, ο συντελεστής 6,25 προκύπτει από την παραδοχή ότι οι πρωτεΐνες περιέχουν 16% άζωτο (N).

Η ίδια μέθοδος ακολουθήθηκε και για τις τέσσερις επαναλήψεις κάθε ομάδας που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Αυτό έγινε για την επιβεβαίωση των τιμών των ποσοστών.

## 2.4 Προσδιορισμός ολικών λιπαρών οξέων

Ο προσδιορισμός των ολικών λιπαρών οξέων έγινε με τη μέθοδο Soxhlet. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα δοχεία εκχύλισης (Soxhlet glass tubes) στα οποία προστέθηκαν 3 πέτρες βρασμού, το μικτό βάρος των οποίων προζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων.

Στη συνέχεια, τοποθετούμε τους μεταλλικούς υποδοχείς μαζί με τα χάρτινα δοχεία ηθμού σε κάθε γυάλινη φιάλη, μέσα στον οποίο προστέθηκε περίπου 1g ξηρού αλεσμένου ιστού. Ακολούθησε η προσθήκη 150 ml πετρελαϊκού αιθέρα (Petroleum ether, σημείο βρασμού 40-60 °C), που χρησιμοποιήθηκε ως οργανικός διαλύτης λίπους στις φιάλες, με τη βοήθεια ενός ογκομετρικού κυλίνδρου. Μετά το πέρας της διαδικασίας αυτής, οι γυάλινες φιάλες εκχύλισης που περιείχαν τα δείγματα, τοποθετήθηκαν στην ειδική συσκευή εκχύλισης λιπαρών ουσιών. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία εκχύλισης του λίπους αφαιρούμε τα δοχεία εκχύλισης από την συσκευή, έπειτα αφαιρούμε τα χάρτινα δοχεία ηθμού και τα αφήνουμε στον απαγωγό αερίων να στεγνώσουν. Τοποθετούμε τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης στο φούρνο στους 103 °C για 20 λεπτά, ώστε να απομακρυνθούν τα ίχνη διαλύτη ή/και υγρασίας που μπορεί να περιέχουν. Στη συνέχεια, αφήνουμε τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης στον ξηραντήρα να κρυσώσουν για 20 λεπτά. Τέλος, ζυγίζονται τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης στο ζυγό ακριβείας και καταγράφεται το βάρος τους (Pliameri and Stefou 2019).



**Εικόνα 8:** Γυάλινα δοχεία εκχύλισης (Soxhlet glass tubes) (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



**Εικόνα 9:** Συσκευή Soxhlet (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Κατά το πρώτο στάδιο της εκχύλισης, τα δείγματα θερμάνθηκαν στους 150°C παρουσία του οργανικού διαλύτη. Έπειτα, ο οργανικός διαλύτης απορροφήθηκε και εκπλύθηκε στο δείγμα για 90 λεπτά της ώρας. Η θέρμανση πραγματοποιήθηκε σε θερμαινόμενες πλάκες και όχι σε γυμνή φλόγα, μέχρι το σημείο βρασμού του οργανικού διαλύτη. Με τη βοήθεια της εξάτμισης και της συμπύκνωσης στον ψυκτήρα, ο διαλύτης μεταφερόταν εντός του χάρτινου ηθμού, εκχυλίζοντας έτσι το λίπος (Πλιαμέρη και Στέφου 2019).

Κατά το δεύτερο στάδιο της εκχύλισης, απορροφήθηκε ο διαλύτης για 15 λεπτά της ώρας με αποτέλεσμα τα ολικά λιπίδια του δείγματος να παραμείνουν στον πυθμένα του δοχείου εκχύλισης. Μετά το πέρας της εκχύλισης, τα δοχεία με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε φούρνο στους 105 °C για 20 λεπτά της ώρας προκειμένου να εξατμιστεί εντελώς ο πετρελαϊκός αιθέρας που τυχόν παρέμεινε στο δείγμα. Στη συνέχεια τα δοχεία εκχύλισης μεταφέρθηκαν στον ξηραντήρα για 20 λεπτά περίπου ώστε να κρυώσουν. Αφού απομακρύνθηκε ο χάρτινος ηθμός που περιείχε το απολιπασμένο δείγμα, ακολούθησε επαναζύγιση των γυάλινων δοχείων εκχύλισης (που περιείχαν και τις πέτρες βρασμού) και καταγράφηκε το βάρος τους (Πλιαμέρη και Στέφου 2019). Με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε λιπαρά οξέα:

$$\text{Ολικά λιπαρά οξέα} = (\text{τελικό βάρος δοχείου εκχύλισης} - \text{αρχικό βάρος}) \times 100$$



## 2.5 Προσδιορισμός τέφρας

Η τέφρα αντιπροσωπεύει τη συνολική ανόργανη ουσία του δείγματος. Ο προσδιορισμός της τέφρας (συνολική ανόργανη ουσία ενός δείγματος) για τα αυγά πραγματοποιήθηκε με την τοποθέτηση 1g ξηρής ουσίας δείγματος σε κάθε ένα από τα 4 προζυγισμένα πορσελάνινα δοχεία (4 επαναλήψεις). Τα δοχεία στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν σε ειδικό αποτεφρωτήρα για 3 ώρες στους 600°C (AOAC, 1990). Μετά το πέρας της διαδικασίας της αποτέφρωσης, τα δοχεία με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ξηραντήριο για 20 λεπτά (Πλιαμέρη και Στέφου 2019). Ακολούθησε η ζύγιση των πορσελάνινων δισκίων, η καταγραφή του μικτού τους βάρους (δισκίο και δείγμα) και ο υπολογισμός του βάρους των αποτεφρωμένων δειγμάτων, με τη χρήση της παρακάτω εξίσωσης:

$$W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος}} = W_{\text{μικτού αποτεφρωμένου δείγματος \& δισκίου}} - W_{\text{δισκίου}}$$

Όσον αφορά τον ποσοστιαίο προσδιορισμό της τέφρας που περιείχαν τα δείγματα, υπολογίστηκε με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Τέφρα (\%)} = (W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος}} / W_{\text{αρχικού δείγματος}}) \times 100$$



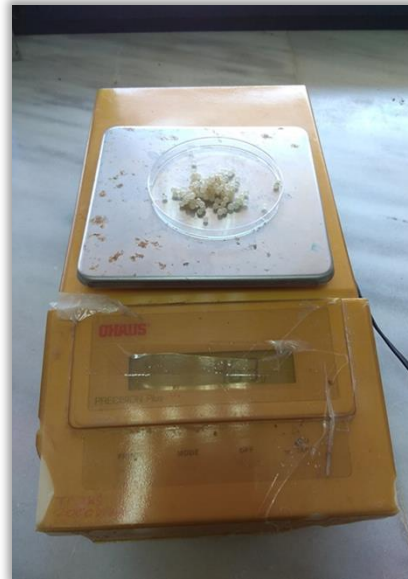
**Εικόνα 10:** Δοχεία με δείγματα σε ειδικό αποτεφρωτήρα  
(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

## 2.6 Προσδιορισμός σκληρότητας αυγών

Η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε προκειμένου να υπολογιστεί η σκληρότητα των αυγών. Αρχικά συλλέξαμε τις ωοαποθέσεις από μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών στη περιοχή της Μαγνησίας. Την ίδια ημέρα τις μεταφέραμε στο εργαστήριο εκτροφής σαλιγκαριών του τμήματος όπου παρέμειναν καλυμμένες με χώμα στους 22 °C. Στη συνέχεια τα αυγά κάθε ωοαπόθεσης καθαρίστηκαν από το χώμα με τη βοήθεια πινέλου. Όταν πλέον το χώμα είχε απομακρυνθεί τελείως, οι ωοαποθέσεις ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας δυο δεκαδικών ψηφίων και έγινε προσδιορισμός του αριθμού των αυγών της κάθε ωοαπόθεσης.



**Εικόνα 11:** Αυγά από μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών του νομού Μαγνησίας (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



**Εικόνα 12:** Αυγά πάνω σε ζυγό ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Το κάθε τριβλίο, το οποίο αναγράφει την ομάδα της ωοαπόθεσης, διατηρούνταν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος (22-27/7/20) σε ψυγείο στους 5°C και καλυμμένο με μεμβράνη. Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας, επιλέχθηκαν ισομεγέθη αυγά. Σε κάθε μία από τις τέσσερις μετρήσεις (22/7, 23/7, 24/7 και 27/7) πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός του βάρους (g) και της διαμέτρου (mm) κάθε αυγού.

Ο προσδιορισμός της σκληρότητας έγινε με τη χρήση μηχανήματος ανάλυσης υφής ADMET ύστερα από συμπίεση κατά 75% και τα αποτελέσματα εμφανίζονταν στον υπολογιστή με τη βοήθεια του προγράμματος Wincom (Πατέρα και Πετροκιλίδου 2019).

Η διαδικασία για τον προσδιορισμό βάρους-διαμέτρου-σκληρότητας επαναλήφθηκε για κάθε αυγό από τις δύο ωοαποθέσεις και στις τέσσερις μετρήσεις.

## 2.6 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα των παραπάνω αναλύσεων καταχωρήθηκαν σε υπολογιστικά φύλλα Excel και υπολογίστηκαν τα περιγραφικά στατιστικά.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Προσδιορισμός υγρασίας / ξηρής ουσίας

Ο μέσος όρος του ποσοστού υγρασίας των αυγών ήταν  $78,07 \pm 3,81$  %. Αντίστοιχα ο μέσος όρος του ποσοστού ξηράς ουσίας είναι  $21,93 \pm 3,81$  % (μέσος όρος από N= 60 δείγματα).

#### 3.2 Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών

Τα αποτελέσματα ανάλυσης των αυγών σε πρωτεΐνη, έδειξαν ότι κατά μέσο όρο το ποσοστό της πρωτεΐνης είναι  $23,76 \pm 0,62\%$ . Ο μέσος όρος προέρχεται από τέσσερις μετρήσεις του δείγματος 1800 αλεσμένων αυγών.

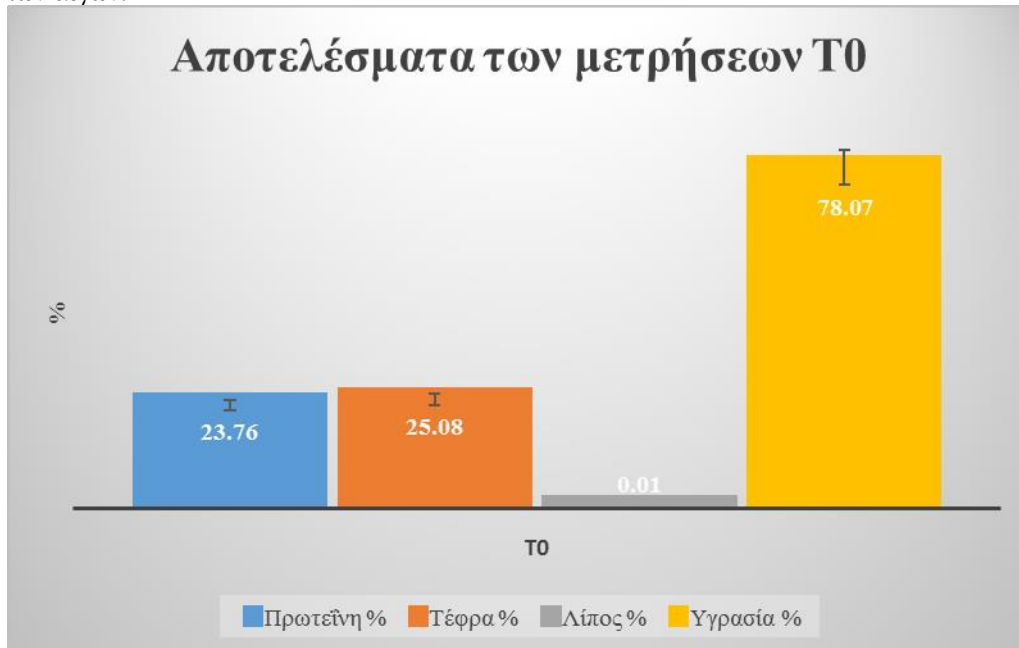
#### 3.3 Προσδιορισμός ολικών λιπαρών οξέων

Από τον προσδιορισμό των ολικών λιπαρών οξέων στα αυγά σαλιγκαριών που μελετήσαμε, προέκυψε ότι το ποσοστό λίπους ήταν  $0,01 \pm 0,005$  %. Ο μέσος όρος προέρχεται από πέντε επαναλήψεις του δείγματος 1800 αλεσμένων αυγών.

#### 3.4 Προσδιορισμός τέφρας

Ο μέσος όρος του ποσοστού της τέφρας των αυγών είναι  $25,08 \pm 0,70\%$ . Ο μέσος όρος προέρχεται από τέσσερις μετρήσεις του δείγματος 1800 αλεσμένων αυγών. Το σύνολο των αποτελεσμάτων κατά τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης των αυγών παρουσιάζεται στο γράφημα 1.

**Γράφημα 1:** Προσδιορισμός εκατοστιαίου ποσοστού σε πρωτεΐνη, τέφρα, λίπος και υγρασία των αυγών.



Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

### 3.5 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά και υγρό βάρος αυγών

Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας χρησιμοποιήσαμε αυγά από δύο ωοαποθέσεις. Από αυτές τις ωοαποθέσεις, μετρήσαμε το νωπό βάρος (W<sub>ολ</sub>) και τον αριθμό των αυγών που περιείχαν. Στη συνέχεια ζυγίσαμε το κάθε αυγό ατομικά και λάβαμε τις τιμές της διαμέτρου. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των αυγών κάθε ωοαπόθεσης παρουσιάζονται στους πίνακες 1 και 2.

Η ωοαπόθεση Α είχε βάρος 4,67gr και εμπεριείχε 145 αυγά. Την πρώτη ημέρα μετρήσεων, από τα 145 αυγά χρειαστήκαμε μόνο 9 αυγά για ατομικές μετρήσεις και προσδιορισμό σκληρότητας. Το βάρος κατά μέσο όρο των 9 αυγών ήταν  $0,04 \pm 0,003$  gr και η διάμετρος  $3,88 \pm 0,084$  mm. Την δεύτερη ημέρα χρειαστήκαμε 12 αυγά τα οποία ζύγιζαν κατά μέσο όρο 0,04 gr και είχαν διάμετρο  $4,00 \pm 0,099$  mm. Την Τρίτη ημέρα των μετρήσεων ο μέσος όρος βάρους 9 αυγών είχε την τιμή  $0,04 \pm 0,004$  gr και αντίστοιχα της διαμέτρου ήταν  $4,01 \pm 0,177$  mm. Τέλος την τέταρτη ημέρα των

μετρήσεων η τιμή κατά μέσο όρο του βάρους 14 αυγών ήταν  $0,04 \pm 0,005$  gr και της διαμέτρου  $4,08 \pm 0,147$  mm (Πίνακας 1).

**Πίνακας.1:** Προσδιορισμός, βάρους  $W$  του αυγού σε g και  $D$  διάμετρος του αυγού σε mm για τα αυγά της ωοαπόθεσης A και η τυπική απόκλιση των τιμών, το χρονικό διάστημα τεσσάρων ημερών

Α Ωοαπόθεση			
Ημέρες μέτρησης	Αριθμός αυγών	W αυγού (g) $\pm$ τυπική απόκλιση	D αυγού (mm) $\pm$ τυπική απόκλιση
Ημέρα 1η	9	$0,04 \pm 0,003$	$3,88 \pm 0,084$
Ημέρα 2η	12	$0,04 \pm 0,0$	$4,00 \pm 0,099$
Ημέρα 3η	9	$0,04 \pm 0,004$	$4,01 \pm 0,177$
Ημέρα 4η	14	$0,04 \pm 0,005$	$4,08 \pm 0,147$

Η ωοαπόθεση B ζύγισε 2,16 gr και εμπεριείχε 83 αυγά. Την πρώτη ημέρα μέτρησης χρειαστήκαμε 4 αυγά τα οποία είχαν βάρος κατά μέσο όρο  $0,04 \pm 0,005$  gr και διάμετρο  $3,93 \pm 0,053$  mm. Την δεύτερη ημέρα η τιμή του βάρους κατά μέσο όρο 2 αυγών ήταν 0,03 gr και της διαμέτρου  $4,00 \pm 0,021$  mm. Την Τρίτη ημέρα χρειαστήκαμε 8 αυγά τα οποία ζύγιζαν κατά μέσο όρο  $0,03 \pm 0,005$  gr και είχαν διάμετρο  $3,99 \pm 0,100$  mm. Τέλος την τέταρτη ημέρα το βάρος κατά μέσο όρο 11 αυγών ήταν  $0,03 \pm 0,005$  gr και η διάμετρος  $3,92 \pm 0,103$  mm (Πίνακας 2).

**Πίνακας.2:** Προσδιορισμός, βάρους  $W$  του αυγού σε gr και  $D$  διάμετρος του αυγού σε mm για τα αυγά της ωοαπόθεσης B και η τυπική απόκλιση των τιμών, το χρονικό διάστημα τεσσάρων ημερών

Β Ωοαπόθεση			
Ημέρες μέτρησης	Αριθμός αυγών	W αυγού (g) $\pm$ τυπική απόκλιση	D αυγού (mm) $\pm$ τυπική απόκλιση
Ημέρα 1η	4	$0,04 \pm 0,003$	$3,88 \pm 0,084$
Ημέρα 2η	2	$0,04 \pm 0,0$	$4,00 \pm 0,099$
Ημέρα 3η	8	$0,04 \pm 0,004$	$4,01 \pm 0,177$
Ημέρα 4η	11	$0,04 \pm 0,005$	$4,08 \pm 0,147$

**Πίνακας 3** : Εύρος τιμών του βάρους σε gr και της διαμέτρου σε mm των αυγών της ωοαπόθεσης A και B, το διάστημα των τεσσάρων ημερών.

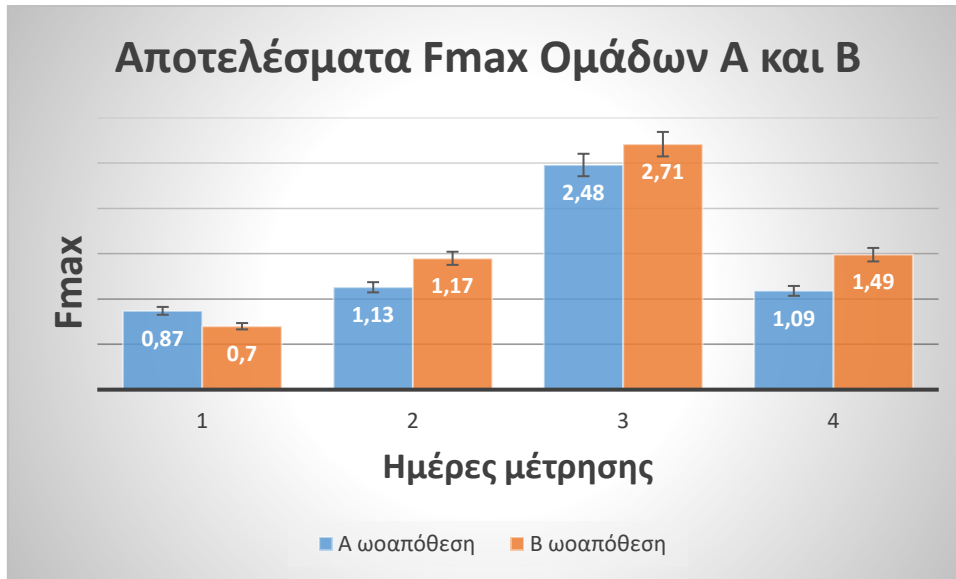
Ημέρες	A		B	
	Εύρος			
	Βάρος αυγού (gr)	Διάμετρος αυγού (mm)	Βάρος αυγού (gr)	Διάμετρος αυγού (mm)
1η	0,03-0,04	3,74-3,99	0,03-0,04	3,89-4,01
2η	0,04	3,82-4,20	0,03	3,98-4,01
3η	0,03-0,04	3,62-4,22	0,03-0,04	3,87-4,15
4η	0,03-0,04	3,82-4,30	0,03-0,04	3,70-4,10

### 3.6 Προσδιορισμός σκληρότητας

Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας των αυγών, χρησιμοποιήσαμε το μηχάνημα ανάλυσης υφής ADMET και συμπιέζε κατά 75%. Στο έμβολο συμπιέζονταν αυγά των ωοαποθέσεων A και B και οι τιμή της  $F_{max}$  που χρειάστηκε να ασκηθεί παρουσιάζονταν στον υπολογιστή με τη βοήθεια του προγράμματος Wincom.

Το πρόγραμμα Wincom, εμφάνιζε τα αποτελέσματα με τη μορφή γραφικών παραστάσεων κατά τις οποίες παρατηρούσαμε τις τιμές της δύναμης να αυξάνονται εκθετικά, ξεκινώντας από το σημείο επαφής του αυγού με το έμβολο έως το σημείο που ακούγεται η μέγιστη δύναμη στο αυγό  $F_{max}$ . Από εκείνο το σημείο και έπειτα, η γραφική παράσταση παρουσίαζε απότομη μείωση έως τη μηφενική τιμή της δύναμης F.

**Γράφημα 2 :** Προσδιορισμός αποτελεσμάτων της τιμής  $F_{max}$  για τα αυγά της ωοαπόθεσης Α και Β κατά το διάστημα των τεσσάρων ημερών.





#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα μελέτη που αφορά τα αυγά σαλιγκαριών του είδους *C.a.maximum*, έδειξε ότι το ποσοστό λίπους έλαβε την τιμή 0.01%. Γενικά, είναι γνωστό ότι, τα ποσοστά λίπους των αυγών του γένους *Cornu* είναι ιδιαίτερα χαμηλά. Σύμφωνα με τους Maćkowiak και Szkucik (2020), η περιεκτικότητα σε λίπος των αυγών του είδους *Cornu aspersum aspersum*, είναι 0,03% και το ποσοστό σε λίπος του *Cornu aspersum maximum* φτάνει την τιμή 0,04%. Οι Massari et al. (2014), έχουν καταλήξει σε διαφορετικές τιμές περιεκτικότητας λίπους, όπως 0,3% και 0,1% αντίστοιχα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η έρευνα που διεξήχθη με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας από τους Maćkowiak και Szkucik (2020) για το είδος των λιπαρών οξέων που περιέχονται στα αυγά του γένους *Cornu*. Στην μελέτη τους προέκυψε το συμπέρασμα ότι πάνω από το 75% των λιπαρών οξέων ήταν κορεσμένα (SFAs) , με τα παλμιτικά και στεατικά οξέα να κυριαρχούν, ενώ η μέση περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα (PUFAs) ήταν 0,37%, αποτελούμενη από το λινολεϊκό (C18: 2n6c) και το trans ισομερές του (C18: 2n6t).

Όσον αφορά πειράματα που έγιναν από τους Miletic και συν. (1991) σε κρέας χερσαίων σαλιγκαριών όπως αυτά των ειδών *Helix pomatia* και *Helix nemoralis*, προέκυψε το συμπέρασμα ότι η περιεκτικότητα σε λιπίδια ήταν 6,65% και 7,95% αντίστοιχα. Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum maximum*, σχετικά με την σύσταση λίπους στο κρέας, κατέληξαν σε τιμές από 6,12% έως 10,2% ανάλογα την εκτροφή από την οποία προήλθαν τα σαλιγκάρια (Szkucik et al. 2018). Επίσης, η περιεκτικότητα σε λίπος είναι πολύ μεγαλύτερη στο κρέας συγκριτικά με τα αυγά των σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum* που μελετήσαμε στην παρούσα εργασία.

Η θερμιδική αξία ενός τροφίμου, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την περιεκτικότητα του τροφίμου σε νερό και λίπος (Gawęcki et al. 2000). Συγκρίνοντας λοιπόν τα δικά μας αποτελέσματα όσον αφορά την περιεκτικότητα σε λίπος και υγρασία, με την ερευνητική εργασία των Maćkowiak και Szkucik (2020), διαπιστώνουμε πως τα αυγά σαλιγκαριών χαρακτηρίζονται από χαμηλή θερμιδική αξία. Πιο αναλυτικά η έρευνα τους, έδειξε πως τα αυγά του γένους *Cornu*, έχουν ποσοστό υγρασίας 81,41%, πρωτεΐνη 4,23%, λίπος 0,09% και τέφρα 7,65%. Τα ποσοστά

υγρασίας στη παρούσα εργασία, ήταν 78,07%, πρωτεΐνης 23,76%, λίπους 0,01% και τέφρας 25,08%. Μία άλλη μελέτη κατέληξε σε μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης στις μετρήσεις των αυγών του *Cornu aspersum maxima*, με τιμή που κυμάνθηκε από 34,6 έως 42,2% (Gorka et al. 2017), ποσοστό μεγαλύτερο από την τιμή που βρήκαμε στην δική μας έρευνα. Παρόλο που η μελέτη με το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης, αναφέρεται στο ίδιο είδος σαλιγκαριού με αυτό που επιλέξαμε για το πειραματικό κομμάτι της μελέτης μας, υπάρχει εξήγηση για τη διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων.

Η περίοδος παραλαβής των αυγών από τους χώρους ωοαπόθεσης παίζει σημαντικό ρόλο στη ποιότητα και τη θρεπτική σύσταση του δείγματος. Συνήθως τα αυγά που συλλέγονται μετά την καθιερωμένη περίοδο ωοαπόθεσης όπως το χρονικό διάστημα από Μάρτιο έως Απρίλιο, χαρακτηρίζονται από χαμηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Maćkowiak and Szkucik 2020). Η ανάλυση των αυγών για την μελέτη της χημικής σύστασης στο δικό μας πείραμα έγινε τον μήνα Ιούλιο και αφορούσε ωοαποθέσεις από τον Απρίλιο. Πιθανά, η περίοδος παραλαβής των αυγών δεν επηρέασε το ποσοστό πρωτεΐνης στο δικό μας πείραμα.

Σημαντικές διαφορές παρουσιάζουν και τα αποτελέσματα ανάλυσης της θρεπτικής σύστασης του χαβιαριού που προέρχεται από οξύρρυγχο σε σχέση με το χαβιάρι σαλιγκαριών. Πιο αναλυτικά, το κλασικό χαβιάρι οξύρρυγχο, έχει αποδειχθεί σε έρευνα ότι διακρίνεται από 57-77% υγρασία, 17-32% πρωτεΐνη, 11-18% λίπος και 1-2% τέφρα (Maćkowiak and Szkucik 2020). Επίσης το χαβιάρι που προέρχεται από άλλα είδη ψαριού όπως ο σολωμός, ο γάδος και η πέρκα, σημείωσαν τα εξής ποσοστά: 50-85% υγρασία, 11,5-38% πρωτεΐνη, 0,3-20% λίπος και 0,7-2,3% τέφρα (Bledsoe et al. 2003). Επομένως το χαβιάρι οξύρρυγχο και άλλων ειδών ιχθύων, διακρίνεται από υψηλότερα ποσοστά πρωτεΐνης και λίπους σε σχέση με το χαβιάρι σαλιγκαριού του γένους *Cornu*. Αντίθετα, η περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα είναι πολύ χαμηλότερη σε σχέση με τα αυγά σαλιγκαριών. Επειδή το λευκό χαβιάρι, δεν διαθέτει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και η κατανάλωσή του γίνεται σε μικρές ποσότητες, δεν θα μπορούσε να καλύψει τις ημερήσιες ανάγκες σε αμινοξέα ενός ενήλικου ατόμου (Maćkowiak and Szkucik 2020). Με βάση αυτό το δεδομένο, το χαβιάρι σαλιγκαριού δεν θεωρείται ως βασικό τρόφιμο στο καθημερινό διαιτολόγιο ενός καταναλωτή.

Σχετικά με την επίδραση του τρόπου και του χρόνου συντήρησης των αυγών, η μελέτη μας έδειξε ότι, τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος δεν

επηρεάστηκαν από την διάρκεια συντήρησης σε συνθήκες ψύξης. Πιο αναλυτικά, το ατομικό βάρος των αυγών της Α ωοαπόθεσης για τις τέσσερις ημέρες μετρήσεων, παρέμεινε στη τιμή 0,04 gr και η διάμετρος κυμάνθηκε από 3,88mm έως 4,08 mm. Παρομοίως, η τιμή του ατομικού βάρους των αυγών της Β ωοαπόθεσης, κυμάνθηκε από 0,03 έως 0,04 gr και η διάμετρος από 3,92mm έως 4,00 mm.

Οι Abiona et al. (2013) μελέτησαν την επίδραση του τρόπου και της διάρκειας συντήρησης σε αυγά σαλιγκαριών του είδους *Archachatina marginata*. Διαπίστωσαν ότι, το μήκος, βάρος, διάμετρος και σχήμα των αυγών δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη συντήρηση σε ψυγείο, σε δοχείο στο ράφι και σε κουτί με χώμα κατά τη πάροδο τεσσάρων εβδομάδων. Παρόλα αυτά, δεν είναι εύκολο να μετρηθεί το ακριβές βάρος των αυγών διότι αυτά διαθέτουν πόρους οι οποίοι επιτρέπουν την απώλεια υγρασίας. Ο Aciar (1998) ανέφερε μικρότερη υγρασία στα αυγά που αποθηκεύονται στο ψυγείο σε σχέση με τα αυγά που συντηρούνται με άλλα μέσα αποθήκευσης. Η μείωση βάρους μπορεί να οφείλεται στο μέγεθος των πόρων της επιφάνειας του κάθε αυγού, το οποίο διαφέρει ανάλογα το είδος (Abiona et al. 2013). Αντίθετα, οι Samli et al. (2005) ανέφεραν μειώσεις βάρους 2,08% και 13,11% αντίστοιχα, εντός 5 και 10 ημερών από την αποθήκευση στους 29 °C. Παρόμοια απώλεια βάρους αναφέρθηκε επίσης από τους Akyurek και Okur (2009). Οι Silversides et al. (1993) μέτρησαν το ύψος της μεμβράνης ώστε να προσδιορίσουν την ποιότητα των αυγών. Στη μελέτη αυτή οι υψηλότερες τιμές εμφανίστηκαν στα αυγά συντήρησης στο ψυγείο και σε θερμοκρασία δωματίου επομένως οι δύο αυτές μέθοδοι είναι καλύτερες σε σύγκριση με τη συντήρηση στο χώμα.

Η έρευνα των Abiona et al. (2013), η οποία στόχευε στη μελέτη των χαρακτηριστικών του κελύφους των αυγών, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι αλλαγές εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στις εσωτερικές παραμέτρους των αυγών. Δηλαδή, διαφορές παρατηρήθηκαν στο ύψος, το βάρος και το pH της εξωτερικής μεμβράνης. Συγκεκριμένα, το βάρος των αυγών ήταν υψηλότερο κατά τη συντήρηση σε ψυγείο και σε δοχείο με θερμοκρασία δωματίου ενώ παρουσιάστηκε χαμηλότερη τιμή στο βάρος των αυγών που συντηρούνταν σε δοχείο με χώμα. Όσον αφορά την τιμή του ύψους της μεμβράνης, τα αυγά που συντηρούνταν στο ψυγείο παρουσίασαν την υψηλότερη, ακολούθησε η τιμή των αυγών που συντηρούνταν σε θερμοκρασία δωματίου και τέλος η τιμή των αυγών σε κουτί με χώμα ήταν η χαμηλότερη. Η μορφολογία του κελύφους

των αυγών αποτελεί σημαντικό δείκτη ποιότητας καθώς εξαρτάται από γενετικούς (Johnson and Merritt, 1955) και περιβαλλοντικούς παράγοντες (Samli et al., 2005). Σύμφωνα με τους Samli et al. (2005) η θερμοκρασία αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα ποιότητας της μεμβράνης των αυγών.

Όσον αφορά τον προσδιορισμό της σκληρότητας, η ομάδα A παρουσίασε χαμηλότερες τιμές κατά μέσο όρο της  $F_{max}$  σε σχέση με τη B ομάδα, εκτός από την πρώτη ημέρα μέτρησης. Πιο αναλυτικά η τιμή της  $F_{max}$  για την A ομάδα ήταν 0,87 N ενώ της B ομάδας ήταν 0,70 N. Επίσης παρατηρούμε πως και η δύο ομάδες σημειώνουν τις υψηλότερες τιμές τους την Τρίτη ημέρα μετρήσεων με την A ομάδα να έχει την τιμή 2,48 N και την B ομάδα την 2,71 N. Την τέταρτη ημέρα οι τιμές και των δύο ομάδων αρχίζουν να φθίνουν.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της A ομάδας ανά ημέρα, διαπιστώνουμε ότι σημείωσε τη χαμηλότερη τιμή της τη πρώτη ημέρα. Ακολούθησε αύξηση τη δεύτερη και την τρίτη ημέρα μέτρησης παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη τιμή της. Η τέταρτη ημέρα παρουσίασε μείωση τιμής της  $F_{max}$ , η οποία ξεπερνούσε τις τιμές της πρώτης ημέρας αλλά όχι της δεύτερης. Παρόμοιες διαφορές στις μετρήσεις παρουσίασαν τα αποτελέσματα της B ομάδας με τιμή της  $F_{max}$  για τη πρώτη ημέρα να είναι η χαμηλότερη, τη δεύτερη μέρα να αυξάνεται και τη Τρίτη να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή. Τη τέταρτη ημέρα, η τιμή που λάβαμε ήταν χαμηλότερη της τρίτης ημέρας αλλά υψηλότερη της δεύτερης. Ως γενικό συμπέρασμα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η σκληρότητα των αυγών δεν επηρεάζεται για δύο μέρες συντήρησης στο ψυγείο, ενώ αλλάζει από την τρίτη μέρα και μετά.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Τα αυγά του σαλιγκαριού *Cornu aspersum maximum*, έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα με ποσοστά 78,07% και 25,08% αντίστοιχα και χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος (0,01%). Επομένως θεωρείται ως κατάλληλο προϊόν διαίτας.
- Το ποσοστό πρωτεΐνης του δείγματός μας, ήταν χαμηλό (23,76%) σε σχέση με το χαβιάρι οξύρυγχου και η ποσότητα στην οποία διατίθεται ως προϊόν στην αγορά είναι πολύ μικρή. Επομένως δεν είναι εύκολο να καλύψει τις καθημερινές απαιτήσεις σε πρωτεΐνη ενός ενήλικα.
- Το βάρος και η διάμετρος των αυγών της Α και Β ομάδας δεν σημείωσε ιδιαίτερες διαφορές κατά την συντήρησή τους στο ψυγείο για τέσσερις ημέρες.
- Η σκληρότητα των αυγών δεν επηρεάζεται για δύο μέρες συντήρησης στο ψυγείο, ενώ αλλάζει από την τρίτη μέρα και μετά.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abiona J.A., Adio B.R., Osinowo O.A., Abioja M.O. (2013)** Effects of method and length of storage on egg quality of giant african land snail (*Archachatina marginata*), Department of Animal Physiology College of Animal Science & Livestock Production. University of Agriculture. Abeokuta. Nigeria, 62:599-602.
- ACIAR (1998)**. Measurements and maintenance of duck and hen egg quality in Vietnam. Australian Centre for International Agricultural Research. Research note RN 23 12/99.
- Akyurek, H., Okur, A.A. (2009)** Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8:1953-1958.
- AOAC (1990)**. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- AOAC (1995)**. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Barker G.M. (2001)**. The biology of terrestrial molluscs. CABI Publishing, pp 558.
- Bledsoe G. E., Bledsoe C. D., Rasco B. (2003)** Caviars and fish roe products. Critical Reviews Food Science and Nutrition, 43:317-356.
- Boschi C., Baur B. (2007)** Effects of management intensity on land snails in Swiss nutrient-poor pastures. Section of Conservation Biology, Department of Environmental Sciences, Basel University, Agriculture, Ecosystems and Environment, 120:243–249.
- Britton C. (1987)** Snail Caviar Slowly Catching On: Eggs From Garden-Variety Mollusks Fetch \$40 An Ounce, Article of Los Angeles Times.
- Bronzi P., Rosenthal H. (2014)** Present and future sturgeon and caviar production and marketing: a global market overview. Journal of Applied Ichthyology, 30:1536–1546.

- Dekle G.W., Fasulo T.R. (2002)** Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry; and, University of Florida. Originally published as DPI Entomology Circular 83, Number: EENY-240. University of Florida. [http://creatures.ifas.ufl.edu/misc/gastro/brown\\_garden\\_snail.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/misc/gastro/brown_garden_snail.htm).
- Duncan C.J., (1975).** Reproduction of Pulmonates. Pulmonates. 2nd ed., Department of Zoology, University of Liverpool, England., 7:309-358.
- Evanno G., Madec L., Arnaud J.F. (2005)** Multiple paternity and postcopulatory sexual selection in a hermaphrodite: what influences sperm precedence in the garden snail *Helix aspersa*? *Molecular Ecology*, 14:805–812.
- Gawęcki J., Hryniewiecki L. (2000)** Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. PWN, Warszawa.
- Gogas A., Hatzioannou M. and Lazaridou M. (2003)** Heliciculture of *Helix aspersa* in Greece, Slugs and Snails: Environmental, Veterinary and Environmental Perspectives University College, Canterbury, Kent.
- Gomot J., Enee F. (1980)** Biologie de la Reproduction de l'escagrot *Helix aspersa* muller: Les Phases de Croissance et la Differentiation sexuelle. ATTI Accademia Fisiocritici Siena, pp.73-85.
- Górka A., Oklejewicz B., Duda M (2017)** Nutrient Content and Antioxidant Properties of Eggs of the Land Snail *Helix aspersa maxima*. *Journal of Nutrition and food Sciences*, 7:594.
- Iglesias J., Castillejo J. (1999)** Field Observations on Feeding of the Land Snail *Helix aspersa* Müller. *Journal Molluscan Studies*, 65:411-423.
- Iglesias J., Santos M., Castillejo J. (1996)** Annual Activity Cycles of the Land Snail *Helix aspersa* Muller in Natural Populations in North-Western Spain. *J Moll Stud.* The Malacological Society of London, 62:495-505.
- Johnson A.S., Merritt E.S. (1955)** Heritability of albumen height and specific gravity of eggs from white Leghorns and Barred Rocks and the correlations of these traits with eggs production. *Poultry Science*, 34:578-587.
- Koemtzopoulos E., Staikou A. (2007)** Variation in spermathecal morphology is independent of sperm competition intensity in populations of the simultaneously hermaphroditic land snail *Cornu aspersum*. Department of Zoology, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki. *Zoology*, 110:139–146.

- Kolman R., Jankowska B., Kwiatkowska A., Georgian H., Michalowski L. (2010)** Kawior nie tylko z ikry jesiotra. Kom. Ryb. 2010, 117, 31-33.
- Lazaridou - Dimitriadou M, Alpoyanni E., Baka M., Brouziotis T., Kifonidis N., Mihaloudi E., Sioula D., Vellis G. (1998)** Growth, mortality and fecundity in successive generations of *Helix aspersa* Muller cultured indoors and crowding effects on fast-, medium-and slow-growing snails of the same clutch. Journal of Molluscan Studies, 64: 67–74.
- Lazaridou-Dimitriadou M., Kattoulas M., Staikou A. (1983).** Searching for the Factors that Provoke Differences in Size and Weight of Snails (*Helix aspersa* Müller) from two Different Populations, One from the Island of Crete and the Other from Peloponnesos (Greece), Journal of Molluscan Studies, 49:89-93.
- Madec L., Daguzan J. (1993)** Geographic variation in reproductive traits of *Helix aspersa* Muller studied under laboratory conditions. Malacologia, 35(1): 99-117.
- Maćkowiak D.M. (2017)** Nutritional value and microbiological quality of eggs of snails of the *Cornu* genus. Doctoral Dissertation. University of Life Sciences, Lublin, Poland, 64:137–140.
- Maćkowiak D. M, Szkucik K. (2020)** Fatty acid profile in edible eggs of snails from the *Cornu* genus, Journal of Veterinary Research, Department of Food Hygiene of Animal Origin, Faculty of Veterinary Medicine, Poland, 64(1):137–140.
- Massari S., Pastore S. (2014)** Heliciculture and snail caviar: new trends in the food sector. Monograph: Future trends and challenges in the food sector. Polish Society of Commodity Science, Cracow, pp. 79 – 90.
- Miletic I., Miric M., Lalic Z. Sobajic S. (1991):** Composition of Lipids and Proteins of Several Species of Molluscs, Marine and Terrestrial, from the Adriatic Sea and Serbia. Food Chemistry, 41:303-308.
- Nunes Almeida G. (2014)** Caviar Pearl, study of physical-chemical and microbiological stability. Master's Dissertation in Food Security. Faculty of Veterinary Medicine, Technical University of Lisbon, Lisbon.
- Runham N.W. (1975)** Functional anatomy and physiology. 3rd Edition. Academic Press, New York. Alimentary canal, Pulmonates, 1:53 - 104.



- Samli, H.E. Agma, A. Senkoylu, N. (2005).** Effect of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 14:548-553.
- Silversides F.G., Twizeyimana F. Villeneuve P. (1993)** Research note: A study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. *Poultry Science*, 72: 760-764.
- Skalmowski G. (2010)** Snails breeding and rearing – in enclosures and outdoors on grassland. *Snails Garden*, Pasłęk.
- Soteriou H. (2014)** Austria’s only Snail Farmer, Article of BBC News.
- Szkucik K., Ziomek M., Maćkowiak D.M., Paszkiewicz W (2011)** Edible snails – their performance, nutritive value, and safety for consumers. *Życie Wet*, 86, 631 – 635.
- Szkucik K., Ziomek M., Paszkiewicz W., Drozd L., Gondek M. and Knysz P. (2018)** Fatty acid profile in fat obtained from edible part of land snails harvested in Poland, Department of Food Hygiene of Animal Origin, Lublin, Poland, 62(4):519–526.
- Thompson R. Cheney S. (2007)** Raising Snails. U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service National Agricultural Library Beltsville, Maryland. [http://www.nal.usda.gov/afsic/AFSIC\\_pubs/srb96-05.html](http://www.nal.usda.gov/afsic/AFSIC_pubs/srb96-05.html).
- Tompa A.S. (1984)** Reproduction. In *The Mollusca*, 2nd Edition Vol. 7 Ed. Wilbur K.M., *Academic Press Inc.*, Orlando, Florida :1-205.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανώνυμος (2017)** Λευκό χαβιάρι από...σαλιγκάρια, που πωλείται 3.200 ευρώ/κιλό, παρήγαγαν μαθητές. Άρθρο στο Capital.gr.
- Δεσποτοπούλου Α. (2008)** Καταγραφή του σταδίου του γεννητικού συστήματος των σαλιγκαριών *Helix aspersa* (f1 γενιά) που προέρχονται από μονάδα εκτροφής Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος
- Δαγκαλίδης Α. (2012)** Κλαδική Μελέτη 18 ΕΚΤΡΟΦΗ ΣΑΛΙΓΚΑΡΙΩΝ. Μονάδα Οικονομικής Ανάλυσης και Αγορών Τράπεζας Πειραιώς
- Μαρκάκης Σ. (1990)** Το σαλιγκάρι και η εκτροφή του. 2η έκδοση. Χρονοπρές Α.Ε., Αθήνα :1-85.

**Πατέρα Β., Πετροκιλίδου Ι. (2019)** Επίδραση της περιόδου νάρκης στην υφή και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του εδώδιμου ιστού του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού *Cornu aspersum maximum*, Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

**Πλιαμέρη Ι.Μ., Στέφου Π.Ρ. (2019)** Επίδραση της περιόδου νάρκης στη χημική σύσταση του εδώδιμου ιστού των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών *Cornu aspersum maximum*, Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

**Χατζιωάννου Μ., Στάικου Α. (2015)** Βιολογία και εκτροφή γαστεροπόδων. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5869>

## 7. ABSTRACT

*Cornu aspersum maximum* is one of the major commercial snail species worldwide, and is successfully bred in many countries. The purpose of this research was to determine the nutritional composition of eggs of the species *C. a. maximum* and changes in their hardness after four days. In more detail, the percentage of total nitrogen compounds, total lipids, ash, moisture and the hardness of the eggs were calculated. The eggs came from snails of marketable size that were collected from a breeding unit in Thessaly.

A total number of 2,028 eggs were used to complete the experiment. Of these eggs, 1,800 came from the freezer, were divided into sixty porcelain cups per thirty eggs, and weighed. The cups were then taken to the oven for drying and their net weight was calculated. This was followed by the determination of the chemical composition where, the moisture content of the eggs was very high with a value of  $78.07 \pm 3.81\%$ . The protein percentage was  $23.76 \pm 0.62\%$ , the fat percentage was very low with a value of  $0.01 \pm 0.005\%$  and the ash percentage was high with a value of  $25.08 \pm 0.70\%$ .

To find the hardness and morphometric characteristics of the eggs we used 228 eggs which came from egg masses A and B and were kept in the refrigerator for four days. The eggs were weighed individually and their diameter was measured. Then their hardness was determined on an Admet texture analyzer eXpert machine. The results showed that for the period of four days the weight of the eggs of egg laying took values from 0.03 gr to 0.04 gr and the diameter from 3.62 mm to 4.30 mm. Respectively, the values of the weight of the eggs of B egg laying ranged from 0.03 gr to 0.04 gr and the diameter from 3.70 mm to 4.15 mm. For egg mass A, the percentage value of Fmax on the first day was 0.87% N, on the second day 1.13% N, on the third day 2.48% N and on the fourth day 1.09% N. For egg mass B, the percentage value of Fmax was 0.7% N for the first day, 1.17% N for the second day, 2.71% N for the third day and 1.49% N for the last day of measurement.

In conclusion, the moisture content of the eggs we studied was very high and the fat content very low. The protein content was relatively low. Also, refrigeration for the four days did not significantly affect the weight and diameter of the eggs. However, it affected the hardness on the third day where we met the highest value of Fmax for both

egg masses. On the fourth day the values were similar to those of the first and second day of measurements. In addition, B egg mass recorded higher hardness values than A.

**Keywords:** *Cornu aspersum maximum*, snail eggs, chemical composition, hardness