



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**«ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ»**

**«Επίδραση της περιόδου νάρκης στη χημική σύσταση του εδώδιμου  
ιστού των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών *Cornu aspersum maximum*»**

**Πλισμέρη Ιωάννα**  
**Στέφου Παναγιώτα- Ραφαέλα**

**ΒΟΛΟΣ 2019**

**UNIVERSITY OF THESSALY  
SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES  
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC ENVIRONMENT**

**UNDERGRADUATE MASTER'S THESIS**

**“Effect of the hibernation on the chemical composition of edible tissue of  
farmed snails *Cornu aspersum maximum*”**

**Pliameri Ioanna  
Stefou Panagiota- Rafaela**

**VOLOS 2019**

**«Επίδραση της περιόδου νάρκης στη χημική σύσταση του εδώδιμου ιστού των  
εκτρεφόμενων σαλιγκαριών *Cornu aspersum maximum* »**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

- 1. Μαριάνθη Χατζιωάννου**, Επίκουρη Καθηγήτρια - Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. ***Επιβλέπουσα***
- 2. Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Επίκουρος Καθηγητής - Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. ***Μέλος***
- 3. Γιαννούλη Περσεφόνη**, Επίκουρη Καθηγήτρια - Τεχνολογία και Ποιοτικός Έλεγχος Τροφίμων Φυτικής Προέλευσης, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. ***Μέλος***

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρουμε σε πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κα Μαριάνθη Χατζηγιάννου για την πολύτιμη βοήθειά της και την διαρκή υποστήριξή της, τόσο κατά την διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά την συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μας, αποτελούμενη από τον κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη και την κα Περσεφόνη Γιαννούλη, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωση της εργασίας.

Ακόμη, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την κα Ευκαρπία Κουγιαγκά για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά της, καθώς επίσης τον κ. Πιέρ Ψωφάκη για την αμέριστη συμπαράστασή του κατά την διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στις οικογένειες μας για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προπάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της επίδρασης της περιόδου χειμερινής νάρκης στη χημική σύσταση του εδώδιμου ιστού του εκτρεφόμενου χερσαίου Γαστερόποδου *Cornu aspersum maximum*. Η μελέτη αφορούσε ενήλικα σαλιγκάρια που συλλέχθηκαν από μονάδα εκτροφής και υπέστησαν τεχνητή χειμερινή νάρκη σε τρεις ομάδες. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας γίνεται προσδιορισμός των ολικών αζωτούχων ενώσεων, ολικών λιπιδίων, τέφρας, υγρασίας, ενέργειας και pH, ύστερα από 14 και 28 ημέρες νάρκης των σαλιγκαριών.

Σαλιγκάρια (90 συνολικά) διαχωρίστηκαν σε 3 ομάδες ανάλογα με περίοδο χειμερινής νάρκης. Οι ομάδες που προέκυψαν είναι η ομάδα T0, η οποία δεν υπέστη χειμερινή νάρκη, η ομάδα T14 με περίοδο χειμερινής νάρκης διάρκειας 14 ημερών και η ομάδα T28 με περίοδο χειμερινής νάρκης διάρκειας 28 ημερών. Το νωπό βάρος και τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των σαλιγκαριών που συμμετείχαν στο πείραμα μετρήθηκαν ατομικά πριν την έναρξη και μετά τη λήξη του πειράματος. Αναλυτικότερα, και για τις τρεις ομάδες T0, T14 και T28, η διάμετρος του κελύφους των σαλιγκαριών κυμάνθηκε από  $37,32 \pm 7,38$  mm έως  $38,54 \pm 2,40$  mm, το ύψος του κελύφους (H) από  $33,42 \pm 7,38$  mm έως  $38,54 \pm 2,40$  mm, η διάμετρος περιστομίου (d) από  $22,56 \pm 4,15$  mm έως  $24,19 \pm 2,66$  mm. Το νωπό βάρος κυμάνθηκε από  $17,69 \pm 3,65$  g έως  $18,91 \pm 4,03$  g, το βάρος του φιλέτου ( $W_{\text{φιλέτου}}$ ) από  $1,50 \pm 0,50$  g έως  $2,15 \pm 0,56$  g και τέλος το βάρος της σπλαχνικής μάζας ( $W_{\text{σπλάχνα}}$ ) από  $7,38 \pm 1,95$  g έως  $8,86 \pm 2,62$  g.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι το ποσοστό των ολικών αζωτούχων ενώσεων ήταν υψηλά για την κάθε ομάδα, με τιμές για την T0 ίση με  $64,44 \pm 0,34$  %, για την T14 ίση με  $66,15 \pm 1,30$  % και για την T28 ίση με  $68,46 \pm 1,11$  %. Παράλληλα, η περιεκτικότητα σε ολικά λιπαρά οξέα ήταν χαμηλή, λαμβάνοντας τιμές  $2,35 \pm 0,13$  % (T0),  $2,69 \pm 0,60$  % (T14) και  $2,24 \pm 0,33$  % (T28). Ταυτόχρονα, με την πάροδο των ημερών, παρατηρήθηκε μείωση στο ποσοστό της τέφρας με τιμές  $5,50 \pm 0,76$  % (T0),  $3,98 \pm 2,43$  % (T14) και  $3,29 \pm 0,82$  % (T28). Η ολική ενέργεια παρουσίασε παρόμοιες τιμές και για τις τρεις ομάδες,  $20,29 \pm 0,05$  KJ/g (T0),  $20,31 \pm 0,09$  KJ/g (T14) και  $20,15 \pm 0,14$

KJ/g (T28). Τέλος, οι τιμές του pH είναι  $8,09 \pm 0,07$  για την T0,  $8,32 \pm 0,01$  για την T14 και  $8,48 \pm 0,04$  για την T28.

Συμπερασματικά, η διάρκεια της χειμερινής νάρκης επηρέασε τη χημική σύσταση του εδάδιμου ιστού των σαλιγκαριών σε σύγκριση με εκείνα της μηδενικής ημέρας. Η ομάδα που δεν υπέστη χειμερινή νάρκη (T0) είχε το χαμηλότερο ποσοστό ολικών αζωτούχων ενώσεων (64,44%), και διέφερε στατιστικά σημαντικά από την ομάδα που υπέστη χειμερινή νάρκη διάρκειας 28 ημερών (T28) η οποία παρουσίασε υψηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης. Η T28 παρουσίασε χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος και υψηλότερο ποσοστό υγρασίας σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες.

**Λέξεις κλειδιά:** Σαλιγκαροτροφία, χημική σύσταση, περίοδος χειμερινής νάρκης, *Cornu aspersum maximum*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Γενικά.....	1
1.2 <i>Cornu aspersum</i> .....	1
1.3 Μορφολογία σώματος σαλιγκαριού.....	3
1.4 Διατροφική αξία του σαλιγκαριού.....	4
1.5 Μεταποίηση σαλιγκαριών.....	7
1.6 Σκοπός της προπτυχιακής διατριβής.....	10
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>11</b>
2.1. Πειραματόζωα.....	11
2.2. Ανάλυση πειραματικής διαδικασίας.....	13
2.2.1 Σχεδιασμός πειράματος.....	13
2.2.2 Μετρήσεις.....	13
2.3. Θνησιμότητα.....	14
2.4. Ποσοστό αύξησης- μείωσης ολικού βάρους σαλιγκαριών.....	14
2.5. Προσδιορισμός υγρασίας/ ξηρής ουσίας.....	14
2.6. Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών.....	15
2.7. Προσδιορισμός ολικών λιπαρών οξέων.....	19
2.8. Προσδιορισμός τέφρας.....	22
2.9. Προσδιορισμός ολικής ενέργειας.....	22
2.10. Προσδιορισμός pH.....	23
2.11. Στατιστική ανάλυση.....	24
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>25</b>
3.1 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά και νωπό βάρος σαλιγκαριών.....	25
3.2 Θνησιμότητα.....	29
3.3 Ποσοστό αύξησης/ μείωσης του ολικού βάρους.....	29
3.4 Προσδιορισμός υγρασίας/ ξηρής ουσίας.....	29
3.5 Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών.....	30
3.6 Προσδιορισμός ολικών λιπαρών οξέων.....	30



3.7	Προσδιορισμός τέφρας.....	31
3.8	Προσδιορισμός ολικής ενέργειας.....	31
3.9	Προσδιορισμός pH.....	31
4.	<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>35</b>
5.	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>42</b>
6.	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>42</b>
	Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	43
	Ελληνική Βιβλιογραφία.....	45
7.	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>46</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Γενικά

Το σαλιγκάρι χρησιμοποιείται ως ανθρώπινη τροφή από την αρχαιότητα, με τις πρώτες εκτροφές για την κάλυψη καθημερινών διατροφικών αναγκών, να έχουν ξεκινήσει από τους Ρωμαίους. Πιο συγκεκριμένα, ο Ρωμαίος πολιτικός Fulvius Hirpinus πριν από 2000 χρόνια, ασχολήθηκε με αυτού του είδους την εκτροφή πράγμα που αποτελεί και την πρώτη ιστορικά καταγεγραμμένη εντατική εκτροφή χερσαίων σαλιγκαριών (Lirette et al 1992).

Η μέθοδος ήταν σχετικά απλή, με τον διαχωρισμό ενός κήπου σε διάφορα τμήματα ανεξάρτητα το ένα από το άλλο για την υποστήριξη διαφορετικών ειδών και ηλικιών, σαλιγκαριών. Επίσης, τους χορηγούσε τεχνητή τροφή δικιάς του παρασκευής η οποία αποτελούνταν κυρίως από άλευρο και κρασί. Τα μεγαλύτερα και καλύτερα άτομα που εκτρέφονταν, συλλέγονταν και χρησιμοποιούνταν ως γεννήτορες (Lirette et al 1992).

Οι Thompson & Cheney (2007) και οι Iglesias & Castillejo (1999) αναφέρουν ότι το σαλιγκάρι στο φυσικό του περιβάλλον καταναλώνει τροφές όπως φυλλώδη λαχανικά, δημητριακά, εσπεριδοειδή και διάφορα χόρτα, όπως τριφύλλι, πικραλίδα, χαμομήλι και δενδρομολόχες. Γενικότερα, όμως τα σαλιγκάρια τρέφονται με κάθε είδους οργανική ύλη, όπως φύλλα, ξύλα και νεκρά ζώα σε διαφορετικά επίπεδα αποσύνθεσης (Barker 2001).

### 1.2 *Cornu aspersum*

Το Πνευμονοφόρο Γαστερόποδο *Cornu aspersum* αποτελεί ένα από τα κυριότερα εμπορεύσιμα είδη σαλιγκαριών σε παγκόσμια κλίμακα και παράλληλα εκτρέφεται επιτυχώς τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες.

Στο συγκεκριμένο είδος (Πίνακας 1), ανήκει και το μεγαλύτερο μερίδιο στην παγκόσμια παραγωγή εκτρεφόμενων σαλιγκαριών από όλα τα είδη που υπάρχουν μέχρι σήμερα. Αρχικά, τους είχε δοθεί η ονομασία «*Cohlea*», πιθανότατα από την ελληνική λέξη «κοχλίας», ενώ αργότερα, ο Λινναίος έδωσε στο σαλιγκάρι την ονομασία «*Helix*», από το σπειροειδές σχήμα του κελύφους του (Μαρκάκης 1986). Το είδος *Cornu aspersum*

περιγράφηκε μόλις το έτος 1774 από τον O. F. Müller, με βάση ορισμένα ευρήματα που συλλέχθηκαν στην Ιταλία (Dekle & Fasulo 2001).

**Πίνακας 1:** Συστηματική κατάταξη του Γαστερόποδου είδους *Cornu aspersum* (O. F. Muller, 1774)

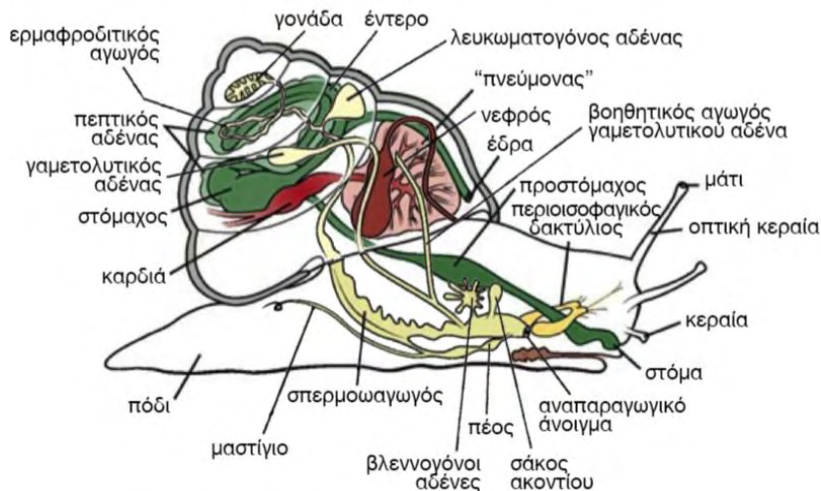
<b>Βασίλειο:</b>	Ζώα	(Animalia)
<b>Φύλο:</b>	Μαλάκια	(Mollusca)
<b>Κλάση:</b>	Γαστερόποδα	(Gastropoda)
<b>Υπόκλαση:</b>	Πνευμονοφόρα	(Pulmonata)
<b>Τάξη:</b>	Στυλλοματοφόρα	(Stylomatophora)
<b>Οικογένεια:</b>	Ελικοειδή	(Helicidae)
<b>Γένος:</b>	<i>Cornu</i>	( <i>Cornu</i> )
<b>Είδος:</b>	<i>Aspersum</i>	( <i>aspersum</i> )

Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η διατροφή των σαλιγκαριών στο φυσικό περιβάλλον αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την αύξηση και την αναπαραγωγή τους (Boschi & Baur 2007). Στην Ελλάδα η εκτροφή του είδους αποτελεί ένα δυναμικό, καινοτόμο και αναπτυσσόμενο κλάδο της ζωικής παραγωγής. Στην σαλιγκαροτροφία, όπως και σε όλες τις μορφές ζωικής παραγωγής, η διατροφή του είδους εξακολουθεί να αποτελεί έναν από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες για την αύξηση και την αναπαραγωγή των ζώων. Όπως και στο φυσικό περιβάλλον, έτσι και στην εκτροφή τους, η ποιότητα της χορηγούμενης τροφής παίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση και την αναπαραγωγή των σαλιγκαριών. Έτσι 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 (Lazaridou-Dimitriadou et al. 1998).

### 1.3 Μορφολογία σώματος σαλιγκαριού

Τα σαλιγκάρια έχουν μαλακό σώμα, όπως όλα τα μαλάκια, το οποίο προστατεύεται από το κέλυφός τους. Η γενική οργάνωση του σώματός τους ακολουθεί το κοινό αρχιτεκτονικό πρότυπο οργάνωσης των μαλακίων. 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 απαρχή 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.

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. Η ένωση του σώματος του σαλιγκαριού με το κέλυφός του, αλλά και

η απόσυρση του ποδιού μέσα στο κέλυφος, γίνεται με τη σύσπαση ενός επισπαστήρα μυ, που ονομάζεται μυς του στυλίσκου και προσφύεται στον άξονα περιέλιξης του κελύφους, που ονομάζεται στυλίσκος.

Πολλές φορές, κυρίως 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 Διατροφική αξία του σαλιγκαριού**

Γενικά, το κρέας των σαλιγκαριών θεωρείται υψηλής διατροφικής ποιότητας, εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, απαραίτητα αμινοξέα, πρωτεΐνες, υψηλές βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία (Thanonkaew et al., 2006). Μελέτες που αφορούν την διατροφική αξία των σαλιγκαριών έχουν αποδείξει ότι το σαλιγκάρι έχει υψηλή πρωτεϊνική αξία αλλά ταυτόχρονα έχει χαμηλή λιπιδική αξία, συνεπώς αποτελεί μία εναλλακτική πηγή τροφής για τον άνθρωπο με υψηλή διατροφική αξία σε πρωτεΐνη και χαμηλή σε λιπαρά, όπως απαιτείται για μία υγιεινή και ισορροπημένη διαίτα. Αν και η διατροφική σύνθεση μίας ποικιλίας τροφών έχει γίνει γνωστή εδώ και πολλά χρόνια, υπάρχει σχετικά μικρή βιβλιογραφία που έχει συλλεχθεί σε διατροφικές συνθέσεις του εδώδιμου σαλιγκαριού (*C. aspersum*).

Αναλυτικότερα, οι πρωτεΐνες αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό της οργανικής ουσίας των ιστών και κυττάρων των ζωικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων και των γαστερόποδων, και περιέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό αζώτου από κάθε άλλη ένωση. Από την πέψη των πρωτεϊνών προκύπτουν τα ελεύθερα αμινοξέα, τα οποία είτε αποικοδομούνται για την παραγωγή ενέργειας (καταβολισμός αμινοξέων), είτε συνθέτουν νέες πρωτεΐνες (αναβολισμός πρωτεϊνών). Οι ζωικοί οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων και των σαλιγκαριών, προμηθεύονται τα απαραίτητα αμινοξέα από την τροφή τους, επειδή είτε δεν είναι ικανά να τα συνθέσουν είτε οι ποσότητες που συνθέτουν είναι ανεπαρκείς. Το βέλτιστο

επίπεδο διαιτητικής πρωτεΐνης σε ένα σιτηρέσιο, που θα προσδώσει και τη μέγιστη σωματική ανάπτυξη, εξαρτάται από παράγοντες όπως είναι το είδος του σαλιγκαριού, το φυσιολογικό στάδιο (π.χ. νεαρό, ενήλικο, γεννητικά ώριμο), το συνολικό ενεργειακό περιεχόμενο της τροφής, η πρωτεϊνική πηγή της τροφής (ο βαθμός πεπτικότητας της πρωτεΐνης της τροφής). Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστές επακριβώς οι ποσοτικές ανάγκες των εκτρεφόμενων ειδών σαλιγκαριών σε διαιτητική πρωτεΐνη. Σε διατροφικά πειράματα που έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς το ποσοστό της διαιτητικής πρωτεΐνης που χορηγείται μέσω του σιτηρεσίου κυμαίνεται από 20 έως 30% (Milinsk et al. 2003, Pham et al. 2009, Lee & Pham 2010). Έχει προταθεί σε μελέτη των Karapanagiotidis et al. (αδημοσίευτη) με το *C. aspersum* σε δύο στάδια αύξησης (0,20 g και 2.83 g, αντίστοιχα) προτάθηκε ότι ένα επίπεδο διαιτητικής πρωτεΐνης της τάξης του 15 έως 18% θεωρείται κατάλληλο τόσο για την απόδοση του μέγιστου ρυθμού αύξησης των σαλιγκαριών όσο και για την καλύτερη αξιοποίηση της τροφής από αυτά.

Παράλληλα σημαντικά θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των σαλιγκαριών είναι οι υδατάνθρακες (συμπεριλαμβανομένων σύνθετων πολυσακχαριτών, όπως η κυτταρίνη), οι πρωτεΐνες και τα περιεχόμενα σε αυτά απαραίτητα αμινοξέα, τα λιπίδια και τα περιεχόμενα σε αυτά απαραίτητα λιπαρά οξέα, τα ανόργανα στοιχεία και οι βιταμίνες (Delaney & Gelperin 1986).

Επιπροσθέτως, τα λιπίδια είναι οι πιο πλούσιες πηγές ενέργειας στη διατροφή όλων των ζωικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των σαλιγκαριών, και οι κύριες αποθήκες ενέργειας για τον οργανισμό. Τα σαλιγκάρια έχουν την ικανότητα να συνθέτουν τα κορεσμένα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, όχι όμως τα πολυακόρεστα ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα, τα οποία είναι απαραίτητα να λαμβάνονται από την τροφή τους. Η έλλειψη σε ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα προκαλεί μειωμένη αύξηση και αυξημένη θνησιμότητα στα γαστερόποδα γι' αυτόν τον λόγο καλούνται και απαραίτητα λιπαρά οξέα. Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστές επακριβώς οι ποσοτικές ανάγκες των εκτρεφόμενων ειδών σαλιγκαριών τόσο στο επίπεδο όσο και στη σύσταση του διαιτητικού λίπους. Σε διατροφικά πειράματα που έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς το ποσοστό του διαιτητικού λίπους που χορηγείται μέσω του

στηρεσίου κυμαίνεται από 5,0% έως 7,9% (Milinsk et al. 2003, Pham et al. 2009, Lee & Pham 2010).

Αρχικά, στην εργασία της Gomot (1998), μελετήθηκε η βιοχημική σύνθεση των ειδών *Helix lucorum* και *Helix pomatia* καθώς και των ποικιλιών *C. a. aspersum* και *C. a. maximum* που εκτρέφονται στις ίδιες συνθήκες με ειδική τροφή 'Helixal', με ειδικά σχεδιασμένες για τα βρώσιμα σαλιγκάρια. Επιπρόσθετα, η σύνθεση άγριων *H. lucorum* και *H. pomatia* καθώς και οι αναλύσεις που έγιναν στα ποσοστά των πρωτεϊνών, των λιπιδίων και των ανόργανων στοιχείων αποκαλύπτουν τις ομοιότητες και τις διαφορές στη σύνθεση ανάλογα με το είδος και το μέρος (ολόκληρο σώμα, σπλάχνα, πόδι) που αναλύθηκαν. *H. pomatia* περιείχαν υψηλά ποσοστά ανόργανων στοιχείων και χαμηλότερα ποσοστά λιπιδίων.

Στην εργασία των Milinsk et al. (2003), μελετήθηκε το περιεχόμενο του ιστού του σαλιγκαριού *C.a.maximum* σε λιπαρά οξέα. Τα άτομα υποβλήθηκαν σε διαφορετικές δίαιτες εμπλουτισμένες με 3% των διαφόρων φυτικών ελαίων (ελαιοκράμβη, σόγια, λιναρόσπορος, ηλιάνθος, το καλαμπόκι και το ρύζι). Η χαμηλότερη τιμή των λιπιδίων ήταν στο σαλιγκάρι που τράφηκε με τροφή εμπλουτισμένη με σογιέλαιο. Τα κύρια λιπαρά οξέα που ανιχνεύθηκαν ήταν το παλμιτικό (C16:0), το ελαϊκό (C18:1n-9) και το λινελαϊκό (LA, C18:2n-6) σε όλες τις θεραπείες. Η υψηλότερη τιμή για το λινολενικό οξύ (LNA, C18:3n-3) παρατηρήθηκε σε μύ του σαλιγκαριού που τράφηκε με δίαιτα εμπλουτισμένη με λιναρόσπορο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο σκοπός της εργασίας των Milinsk. et al. (2006) είναι να εξακριβωθεί η επίδραση των διαφορετικών πρωτεϊνών των ζωοτροφών και των λιπιδίων του περιεχομένου στην σύνθεση για το προφίλ των λιπαρών οξέων του κρέατος του σαλιγκαριού (*Helix aspersa maxima*). Τα κυρίαρχα λιπαρά οξέα ήταν το παλμιτικό (16,0), το εστεαρικό (18:0), το ελαϊκό (18:1n-9), το λινελαϊκό (18:2n-6), το υδρόμελικο (20: 3n-9), και το αραχιδονικό (20:4n-6). Το κρέας του σαλιγκαριού έχει n-6 και n-3 λιπαρά οξέα με μήκος αλυσίδας 22 άνθρακες (όπως 22:4 n-6, 22:5 n-6 και 22:5n-3). Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας έδειξαν ότι το κρέας του σαλιγκαριού (*C. a. maximum*) είναι μια πηγή πρωτεΐνης με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια που έχει βασικά λιπαρά οξέα στη σύνθεση του

(λινολεϊκό και λινολενικό οξύ) και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα με περισσότερα από 20 άτομα C, υποδεικνύοντας ότι η τροφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διατροφή, ανεξαρτήτως της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπίδια.

Μία άλλη έρευνα σχετικά με λιπιδικό περιεχόμενο των σαλιγκαριών είναι η μελέτη των Özogul et al. (2005), η οποία επικεντρώθηκε στο είδος σαλιγκαριού *H. pomatia* και έδειξε ότι το τρόφιμο αυτό είναι πλούσια πηγή πρωτεϊνών και χαμηλών ποσοστών λιπιδίων, όπως C16:0, C18:0, C22:0, C18:1 n-9, C18:2 n-6 και C20:2 n-11,14. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν υψηλή περιεκτικότητα στα περιεχόμενα των κύριων λιπαρών οξέων, όπως κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA), μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA) και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA).

Αξιοσημείωτη ήταν η έρευνα σε άλλα είδη σε εργασία, (Fagbuafo 2006), στην οποία χρησιμοποιήθηκαν τα είδη αφρικάνικων σαλιγκαριών, *Archachatina marginata*, *Achatina achatina* και *Limicolaria spp.* Αναλύθηκε η θρεπτική σύσταση τους, συγκεκριμένα στους μύες, η οποία αποκάλυψε τα υψηλά ποσοστά ακατέργαστης πρωτεΐνης, και μετάλλων, υγρασίας και τέφρας, σε αντίθεση με τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες και λιπαρά οξέα.

Συμπερασματικά μία άλλη έρευνα για τη χημική σύσταση των σαλιγκαριών ήταν η μελέτη των Çağıltay et al. (2011). Όσον αφορά την εργασία αυτών μελετήθηκαν σαλιγκάρια του είδους *Helix aspersa* και έγινε ανάλυση της διατροφικής και θρεπτικής αξίας του κρέατος. Βρέθηκαν τα ποσοστά των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων, της τέφρας, της υγρασίας, των λιπαρών οξέων και του υγρού βάρους. Πιο συγκεκριμένα, αποδείχθηκε ότι είναι καλές πηγές αμινοξέων, βιταμινών (κυρίως βιταμίνης A και E), ανόργανων στοιχείων και λιπαρών οξέων ( μονοακόρεστα και πολυακόρεστα).

### **1.5 Μεταποίηση σαλιγκαριών**

Σύμφωνα με την απόφαση 96/340/EK στις 10 Μαΐου 1996 της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων τα αποκελυφωμένα, μαγειρεμένα ή διατηρημένα σαλιγκάρια μπορούν να αποτελούν αντικείμενο εμπορίου, με σκοπό την κατανάλωση από τον άνθρωπο,



μόνο εφόσον προέρχονται από κατάλληλη και εγκεκριμένη μονάδα. Πριν από αρκετές δεκαετίες άρχισαν να λειτουργούν διάφορες μονάδες επεξεργασίας και μεταποίησης σαλιγκαριών στην Ελλάδα με αποτέλεσμα να εξάγονται ζωντανά, ημιεπεξεργασμένα, επεξεργασμένα ή κονσερβοποιημένα (Λαζαρίδου και Κάττουλας, 1985).

Στον τομέα της μεταποίησης, η χώρα μας είχε σημαντική παράδοση αφού από την δεκαετία του '70 μέχρι και πριν ορισμένα χρόνια διέθετε τις μεγαλύτερες μονάδες σε ευρωπαϊκό επίπεδο και αποτελούσε τον κύριο προμηθευτή της Γαλλικής αγοράς. Η παραγωγική διαδικασία είναι σχετικά απλή, αλλά κάθε μεταποιητής έχει τα μικρά μυστικά του, που διαφοροποιούν το προϊόν του. Τα πρώτα στάδια παραγωγής πραγματοποιούνται συνήθως στις εξαγωγικές χώρες (κεντρική και ανατολική Ευρώπη, Βαλκάνια, βόρεια Αφρική, κ.τ.λ.), με πρώτη ύλη σαλιγκάρια που συλλέγονται από φυσικούς πληθυσμούς. Οι μεταποιητές των μεγάλων καταναλωτικών αγορών (Γαλλία, Ιταλία, κ.τ.λ.) χρησιμοποιούν κυρίως κονσερβοποιημένα ή ημιπαρασκευασμένα (semi-brut) σαλιγκάρια εισαγωγής. (Λαζαρίδου και Κάττουλας, 1985)

Σε όλες τις διαδικασίες επεξεργασίας και μεταποίησης τροφίμων υπεισέρχονται και παράγοντες που κάποιες φορές δρουν αρνητικά στη βιοχημική σύσταση του προϊόντος. Αυτή η αρνητική παρέμβαση καταστέλλεται στο ελάχιστο, όταν ακολουθούνται οι κατάλληλες μέθοδοι επεξεργασίας και μεταποίησης, οι οποίες καθορίζονται στα πλαίσια ευρωπαϊκών οδηγιών. Όταν τα τρόφιμα υποβάλλονται σε επεξεργασία (δηλ. σε υψηλές θερμοκρασίες, σε προσθήκη χημικών ενώσεων και σε υψηλή πίεση), τότε ο μορφολογικός τους προσδιορισμός είναι λιγότερο επαρκής, αφού τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους πολλές φορές αλλοιώνονται, ή μπορούν να υπάρξουν και περιπτώσεις που αντικαθίστανται με υποκατάστατα. (Δεσποτοπούλου, 2008)

Τα ζωντανά σαλιγκάρια μετά τη νηστεία που υφίστανται για να καθαρίσουν, πλένονται, βράζονται για 3 λεπτά, προμαγειρεύονται, αποκελυφώνονται και αφαιρείται το ηπατοπάγκρεας. Στη συνέχεια όσα προορίζονται για κονσερβοποίηση λευκαίνονται, πλένονται και κονσερβοποιούνται, ενώ όσα προορίζονται για κατάψυξη ψήνονται, πλένονται, ταξινομούνται κατά μέγεθος και καταψύχονται σε σάκους. Τα κελύφη πλένονται, ξεραίνονται, και ταξινομούνται κατά μέγεθος, ώστε να χρησιμοποιηθούν στο επόμενο

στάδιο επεξεργασίας. Στο στάδιο της παρασκευής (αν η μονάδα δεν είναι καθετοποιημένη) ανοίγονται τα κουτιά ή οι σάκοι των σαλιγκαριών, πλένονται και μαγειρεύονται οι σάρκες (ανάλογα με τη συνταγή) οι οποίες στη συνέχεια τοποθετούνται στα κελύφη (ανάλογα με το μέγεθος), βουτυρώνονται, ψύχονται και συσκευάζονται σε μικρές συσκευασίες (σακούλες, δίσκους ή γυάλινα βάζα) (Gallo, 1986).

Τύποι εμπορεύσιμου προϊόντος

Το σύνολο σχεδόν των σαλιγκαριών που διακινούνται στην ελληνική αγορά είναι του γένους *Helix* και η διακίνηση τους γίνεται με τους εξής τρόπους:

1. Νωπά – ζωντανά: προέρχονται από εισαγωγές, ή συλλέγονται από τη φύση κατά την περίοδο 1η Φεβρουαρίου - 30ης Ιουνίου κάθε έτους, σύμφωνα με το αρθ.4 του 67/1981) και διακινούνται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, μέσα σε δικτυωτούς σάκους, οι οποίοι στην συνέχεια τοποθετούνται σε ξύλινα κιβώτια με μεγάλα ανοίγματα ή πλαστικά κιβώτια των 20-25 κιλών.

2. Κατεψυγμένα με κέλυφος: πρόκειται για σαλιγκάρια η σάρκα των οποίων έχει υποστεί επεξεργασία με βούτυρο, μαϊντανό, σκόρδο και άλλα καρυκεύματα, και στη συνέχεια επανατοποθετείται στο κέλυφος.

3. Σώματα σαλιγκαριών: πρόκειται για ημι – επεξεργασμένα διατηρούμενα σε άλμη και διακινούνται σε μεγάλες συσκευασίες στη βιομηχανία.

4. Κονσέρβες: συσκευασίες που περιέχουν βρασμένα σώματα σαλιγκαριών επεξεργασμένα και νερό, με ή χωρίς αλάτι και καρυκεύματα. Τα κελύφη τοποθετούνται χωριστά μαζί με την κονσέρβα.

5. Άδεια κελύφη: έχουν μεγάλη εμπορική αξία και προωθούνται στη βιομηχανία για να γεμιστούν με κρέας σαλιγκαριών (Χατζηιωάννου, 2007).

## 1.6 Σκοπός της προπτυχιακής διατριβής

Η ερευνητική αυτή εργασία είχε ως σκοπό την μελέτη της επίδρασης περιόδου χειμερινής νάρκης στη χημική σύσταση του εδώδιμου ιστού των χερσαίων γαστερόποδων.

Η μελέτη αφορούσε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια εμπορικού μεγέθους του είδους *Cornu aspersum maximum* που συλλέχτηκαν από μονάδα εκτροφής και υπέστησαν τεχνητή χειμερινή νάρκη διαφορετικής διάρκειας. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας έγινε προσδιορισμός των ολικών αζωτούχων ενώσεων, ολικών λιπιδίων, τέφρας, υγρασίας, ενέργειας και pH. Η χημική σύσταση προσδιορίστηκε κατά την μηδενική μέρα παραλαβής τους (T0), μετά από 14 ημέρες χειμερινής νάρκης (T14) και μετά από 28 ημέρες χειμερινής νάρκης (T28) και έγινε καταγραφή του ολικού βάρους τους την μηδενική και την 28η ημέρα.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Πειραματόζωα

Το πείραμα διήρκησε για 28 ημέρες από 22 Νοεμβρίου του 2018 μέχρι 14 Δεκεμβρίου του 2018 στο εργαστήριο Εκτροφής Γαστερόποδων του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Τα σαλιγκάρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν του είδους *Cornu aspersum maximum*, και προήλθαν από μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών στην περιοχή του νομού Μαγνησίας. Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 90 σαλιγκάρια που επιλέχθηκαν ανάμεσα σε μεγάλο πλήθος ζώων που συλλέχθηκε από την συγκεκριμένη μονάδα ύστερα από τυχαία δειγματοληψία.



**Εικόνα 2** Όψη από την ομάδα εκτροφής των σαλιγκαριών από την οποία συλλέχθηκαν (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Τα σαλιγκάρια μεταφέρθηκαν σε πλαστικούς κλωβούς στο Εργαστήριο Εκτροφής του Τμήματος την ίδια ημέρα. Στη συνέχεια, ακολούθησε πλύσιμο σε τρεχούμενο νερό και μετέπειτα στέγνωμα σε διηθητικό χαρτί για 10 λεπτά. Αρχικά, έγινε προσδιορισμός του νεπού βάρους (Wολ) αλλά και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών του κελύφους για όλες τις ομάδες. Αναλυτικότερα μετρήθηκαν η διάμετρος κελύφους (D), το ύψος του κελύφους (H) και η διάμετρος του περιστομίου (d). Τα σαλιγκάρια χωρίστηκαν σε 3 ομάδες ανά 30 άτομα. Οι ομάδες που προέκυψαν είναι:

- T0, η οποία δεν υπέστη χειμερινή νάρκη,
- T14 με περίοδο χειμερινής νάρκης διάρκειας 14 ημερών,
- T28 με περίοδο χειμερινής νάρκης διάρκειας 28 ημερών.

Σε κάθε ομάδα έγινε ατομική κωδικοποίηση για όλα τα ζώα.



**Εικόνα 3** Στέγνωμα των σαλιγκαριών σε διηθητικό χαρτί στο Εργαστήριο Εκτροφής του Τμήματος. (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Με τη συμπλήρωση του προκαθορισμένης περιόδου χειμερινής νάρκης για κάθε ομάδα, γινόταν απομόνωση των φιλέτων των σαλιγκαριών και αποθήκευσή τους σε θερμοκρασία  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , μέχρι την διεξαγωγή των χημικών αναλύσεων το Μάρτιο 2019.

Για τις αναλύσεις προσδιορισμού της χημικής σύστασης έγινε ξήρανση των φιλέτων όλων των ομάδων. Τα φιλέτα παρέμειναν στον κλίβανο σε σταθερή θερμοκρασία στους  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  για 24 ώρες, αφού προηγήθηκε η απομόνωση των φιλέτων των σαλιγκαριών. Τέλος,



όταν ολοκληρώθηκε η ξήρανση τα δείγματα κονιορτοποιήθηκαν και αποθηκεύτηκαν σε αεροστεγή πλαστικά σακουλάκια, που δεν επέτρεπαν την είσοδο υγρασίας στους ιστούς.

Έπειτα έγινε κονιορτοποίηση των ιστών με τη χρήση γουδιού. Τέλος, έγιναν οι αναλύσεις των ιστών, 3 επαναλήψεις για κάθε ομάδα. Οι αναλύσεις για τον προσδιορισμό των ολικών αζωτούχων ουσιών, των ολικών λιπαρών οξέων, τέφρας, ολικής ενέργειας και μέτρηση pH, που ακολούθησαν έγιναν στο εργαστήριο Φυσιολογίας του Τμήματος.



**Εικόνα 4** Κονιορτοποίηση των ιστών και αποθήκευση δειγμάτων (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

## 2.2 Ανάλυση Πειραματικής Διαδικασίας

### 2.2.1 Σχεδιασμός Πειράματος

Παρόλο που το πείραμα διήρκησε 28 μέρες, η προετοιμασία για την διεξαγωγή του άρχισε περίπου ένα μήνα πριν.

### 2.2.2 Μετρήσεις

Κατά την έναρξη του πειράματος, μετρήθηκαν το νωπό βάρος κάθε ζώου, καθώς και τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά, όπως η διάμετρος κελύφους (D), το ύψος του κελύφους (H) και η διάμετρος του περιστομίου (d) του κάθε ζώου με τη βοήθεια ηλεκτρονικού παχύμετρου. Ο προσδιορισμός του νωπού βάρους έγινε και κατά τη λήξη του πειράματος

Επιπλέον, έγιναν αναλύσεις για τον προσδιορισμό της υγρασίας/ ξηρής ουσίας, των ολικών αζωτούχων ενώσεων, των ολικών λιπαρών οξέων, τέφρας, ολικής ενέργειας και τέλος μετρήθηκε το pH.

### 2.3 Θνησιμότητα

Η καταγραφή της θνησιμότητας πραγματοποιήθηκε για κάθε ομάδα. Ο τύπος υπολογισμού της είναι:

$$\text{Θνησιμότητα \%} = (\text{τελικός αριθμός σαλιγκαριών} - \text{αρχικός αριθμός σαλιγκαριών}) * 100 / \text{τελικό αριθμό σαλιγκαριών}$$

### 2.4 Ποσοστό αύξησης- μείωσης ολικού βάρους σαλιγκαριών

Το ποσοστό αύξησης του ολικού βάρους αντιπροσωπεύει την εκατοστιαία (%) αύξηση του βάρους σώματος και υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Ποσοστό αύξησης βάρους (\%)} = [(W_{\text{τελικό}} - W_{\text{αρχικό}}) / W_{\text{αρχικό}}] * 100$$

Όπου W: Το βάρος των δειγμάτων σε g.

### 2.5 Προσδιορισμός υγρασίας/ ξηρής ουσίας

Ο προσδιορισμός υγρασίας/ξηρής ουσίας πραγματοποιήθηκε με τη συλλογή αντιπροσωπευτικών δειγμάτων, βάρους 5 g και ακολούθως με ξήρανση των δειγμάτων σε φούρνο για 24 ώρες στους 105°C (AOAC 1995). Στη συνέχεια, τα δείγματα βγήκαν από το φούρνο και τοποθετήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 5min ώστε να ψυχθούν. 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,

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

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

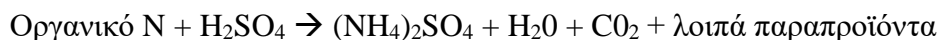
Όπου:

W: Το βάρος των δειγμάτων σε g

## 2.6 Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών

Με την μέθοδο Kjeldahl εκτιμήθηκε το ποσοστό των ολικών αζωτούχων ουσιών στους ιστούς των σαλιγκαριών όλων των ομάδων. Με τον συγκεκριμένο τρόπο, επομένως, εκτιμήθηκε σε τι ποσοστό μεταβλήθηκαν οι ολικές πρωτεΐνες της κάθε ομάδας σαλιγκαριών. Ο προσδιορισμός των ολικών αζωτούχων ουσιών (πρωτεϊνών) πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο προσδιορισμού αζωτούχων ουσιών Kjeldahl κατά AOAC (1990). 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. Κατόπιν, ακολούθησαν η διαδικασία της πέψης των δειγμάτων, τα οποία θερμαίνονται παρουσία πυκνού θειικού οξέος, πραγματοποιείται η διάσπαση όλων των αζωτούχων ουσιών και απελευθερώνεται το άζωτο (N) του δείγματος, το οποίο κατόπιν δεσμεύεται σε θειϊκό αμμώνιο, σύμφωνα με την παρακάτω χημική αντίδραση:



Σε κάθε φιάλη βρασμού προστέθηκαν, χρησιμοποιώντας τον ειδικό δοσομετρητή 15 ml πυκνού θειϊκού οξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 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.





**Εικόνα 5** 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 θεικό 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:

- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+:\text{H}_2\text{BO}_3^- + \text{H}_3\text{BO}_3$

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 αυτής της τιτλοδότησης.

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. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο (N%) υπολογίστηκε από τη σχέση:

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

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



**Εικόνα 6** Τιτλοδότηση με υδροχλωρικό οξύ χρησιμοποιώντας δείκτη πριν την αλλαγή χρώματος (αριστερά) και μετά την αλλαγή χρώματος (δεξιά) (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

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:

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

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

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

## 2.7 Προσδιορισμός ολικών λιπαρών οξέων

Ο προσδιορισμός του ολικού λίπους στους ιστούς αποσκοπεί στην άντληση πληροφοριών, όσον αφορά στη διατροφική αξία των ιστών των σαλιγκαριών. 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 (οι πέτρες βρασμού βοήθησαν να πραγματοποιηθεί ομαλά ο βρασμός), 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. Οι κυλινδρικές φιάλες επικοινωνούσαν από το πάνω μέρος τους, με κάθετο ψυκτήρα και πλευρικό άνω σωλήνα.

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.



**Εικόνα 7** Συσκευή Soxhlet (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

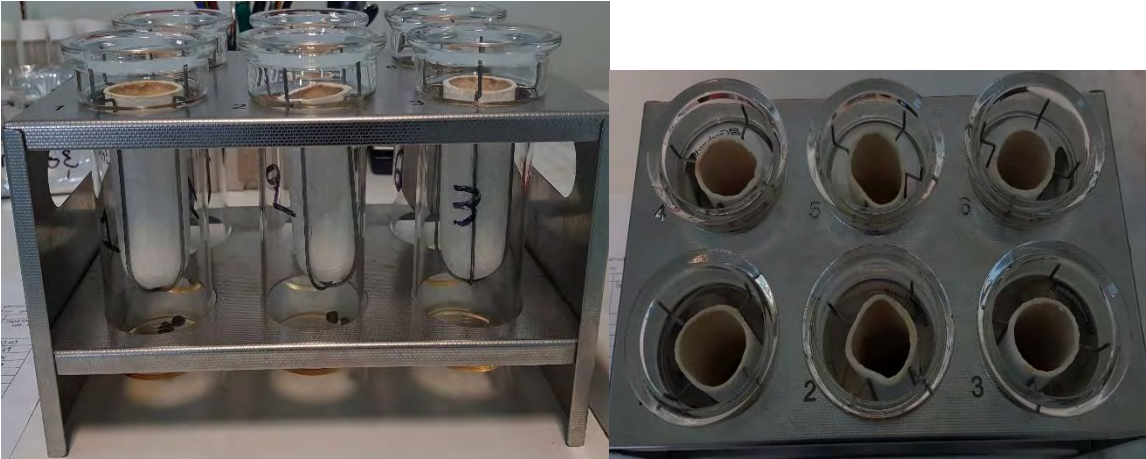
Κατά το πρώτο στάδιο της εκχύλισης, τα δείγματα θερμάνθηκαν στους  $150^{\circ}\text{C}$  παρουσία του οργανικού διαλύτη. Έπειτα, ο οργανικός διαλύτης απορροφήθηκε και εκπλύθηκε στο δείγμα για 90 λεπτά της ώρας. Η θέρμανση πραγματοποιήθηκε σε θερμαινόμενες πλάκες και όχι σε γυμνή φλόγα, μέχρι το σημείο 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.

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  $105^{\circ}\text{C}$  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. Με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε λιπαρά οξέα:

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



**Εικόνα 8** Γυάλινα δοχεία εκχύλισης με 3 πέτρες βρασμού και ηθμούς πριν τη ζύγιση και την τοποθέτηση σε ξηραντήρα (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)



**Εικόνα 9** Τοποθέτηση γυάλινων δοχείων στον ξηραντήρα (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

## 2.8 Προσδιορισμός τέφρας

Η τέφρα αντιπροσωπεύει τη συνολική ανόργανη ουσία του δείγματος. Ο προσδιορισμός της τέφρας (συνολική ανόργανη ουσία ενός δείγματος) για τους ιστούς της κάθε ομάδας πραγματοποιήθηκε με την τοποθέτηση 1g ξηρής ουσίας δείγματος από κάθε ομάδα επί τρεις επαναλήψεις σε 9 προζυγισμένα πορσελάνινα δοχεία και από εκεί σε ειδικό αποτεφρωτήρα για 3 ώρες στους 600°C (AOAC, 1990). Μετά το πέρας της διαδικασίας της αποτέφρωσης, τα δισκία με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ξηραντήριο για 20 λεπτά. 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:

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

## 2.9 Προσδιορισμός ολικής ενέργειας

Η θερμιδική αξία (ολική ενέργεια) είναι η ποσότητα θερμότητας (διακριτή από τη «θερμοκρασία») που εκλύεται από ένα δείγμα κατά την πλήρη καύση του με τελικά προϊόντα καύσης CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O. Η καύση γίνεται εντός κλειστού δοχείου («θερμιδόμετρο τύπου οβίδας») και η θερμότητα που εκλύεται θερμαίνει ένα εξωτερικό δοχείο εγνωσμένης θερμοκρασίας. Η αύξηση της θερμοκρασίας του εξωτερικού δοχείου καταγράφεται με θερμόμετρο και μέσω αυτής υπολογίζεται το θερμιδικό περιεχόμενο του δείγματος που κάηκε.

Όσον αφορά την προετοιμασία του δείγματος, ζυγίζονται 0,4g δείγματος αλεσμένο εντός της ειδικής κυψελίδας και καταγράφεται το βάρος του. Η κυψελίδα τοποθετείται στον υποδοχέα της οβίδας και την τοποθετείται με μία ίνα βαμβακιού στο δείγμα ώστε να έχει

επαφή τόσο με το δείγμα όσο με τον υποδοχέα. Ο υποδοχέας έπειτα τοποθετείται εντός της θερμοδομετρικής οβίδας. Το καπάκι της οβίδας δεν πρέπει να βιδώνεται πολύ σφικτά. Όταν τελειώσει η διαδικασία, η οβίδα ανέρχεται σε μία ενδιάμεση θέση και γίνεται η εξαέρωση και σε δεύτερο στάδιο η οβίδα ανέρχεται στην αρχική της θέση. Τη στιγμή αυτή καταγράφεται η ένδειξη της θερμοδομέτρησης. Στη συνέχεια αφαιρείται προσεκτικά η οβίδα, ανοίγεται και ελέγχεται πρώτον στην κυψελίδα αν κάηκε όλο το δείγμα εντός αυτής και δεύτερον τυχόν εκτίναξη του δείγματος κατά την ανάδευση.



**Εικόνα 10** Θερμιδόμετρο τύπου οβίδας (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

## 2.10 Προσδιορισμός pH

Η μέτρηση του pH έγινε με βάση τη μεθοδολογία Okonkwo and Anyaene (2009) και με τη χρήση πεχαμέτρου XS Instruments pH 50. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε σύμφωνα με τους Okonkwo και Anyaene, (2009) ανέφερε ότι σε 5g ξηρής ουσίας προσθέτονται 50ml απεσταγμένου νερού. Στην παρούσα εργασία, η μέτρηση του pH έγινε με αναλογία της παραπάνω μεθοδολογίας και έτσι η ποσότητα του αλεσμένου ιστού ήταν 3g σε 30ml απεσταγμένου νερού με τη χρήση του ηλεκτροδίου. Προηγουμένως, έγινε η



αξιολόγηση των αισθητήρων του ηλεκτροδίου, η οποία ελέγχθηκε με τη χρήση τριών πρότυπων διαλυμάτων συγκεκριμένης τιμής pH.



**Εικόνα 11** Συσκευή μέτρησης pH (πεχάμετρο) με το ηλεκτρόδιο (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

## 2.11 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα των παραπάνω αναλύσεων καταχωρήθηκαν σε υπολογιστικά φύλλα Excel και υπολογίστηκαν τα περιγραφικά στατιστικά. Στη συνέχεια ελέγχθηκαν οι διαφορές ανά χημικό συστατικό μεταξύ των τριών ομάδων με Ανάλυση Διακύμανσης (one way Anova) χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο Instat.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά και υγρό βάρος σαλιγκαριών

Το νωπό βάρος και η διάμετρος του κελύφους των 90 σαλιγκαριών που συμμετείχαν στο πείραμα μετρήθηκαν ατομικά πριν την έναρξη και μετά τη λήξη του πειράματος. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των σαλιγκαριών κάθε πειραματικής σειράς (3 ομάδες = 3 X 30 σαλιγκάρια) παρουσιάζονται στους Πίνακες 2, 3 και 4.

Αρχικά, προσδιορίστηκε το νωπό βάρος ( $W_{ολ}$ ) κάθε μία από τις 3 ομάδες. Στην T0 ομάδα η διάμετρος του κελύφους των σαλιγκαριών ήταν  $37,32 \pm 7,38$  mm, το ύψος του κελύφους (H)  $33,42 \pm 7,38$  mm και η διάμετρος περιστομίου (d)  $22,56 \pm 4,15$  mm. Το νωπό βάρος  $17,69 \pm 3,65$  g, το βάρος του φιλέτου ( $W_{φιλέτου}$ )  $2,15 \pm 0,56$  g και τέλος το βάρος της σπλαχνικής μάζας ( $W_{σπλάχνα}$ )  $7,38 \pm 1,95$  g (Πίνακας 2 & Σχήμα 3.1).

Έπειτα, προσδιορίστηκε στην T14 ομάδα η διάμετρος του κελύφους των σαλιγκαριών ήταν  $40,81 \pm 2,89$  mm, το ύψος του κελύφους (H)  $37,53 \pm 3,31$  mm, την διάμετρο περιστομίου (d)  $24,19 \pm 2,66$  mm. Το νωπό βάρος  $18,25 \pm 4,23$  g, το βάρος του φιλέτου ( $W_{φιλέτου}$ )  $1,76 \pm 0,41$  g και τέλος το βάρος της σπλαχνικής μάζας ( $W_{σπλάχνα}$ )  $8,38 \pm 1,85$  g (Πίνακας 3 & Σχήμα 3.2).

Τέλος, προσδιορίστηκε στην T28 ομάδα η διάμετρος του κελύφους των σαλιγκαριών ήταν  $41,75 \pm 2,78$  mm, το ύψος του κελύφους (H)  $38,54 \pm 2,40$  mm, την διάμετρο περιστομίου (d)  $23,71 \pm 2,57$  mm. Το νωπό βάρος  $18,91 \pm 4,03$  g (μηδενικής ημέρας), και μετά το πέρας των 28 ημερών το νωπό βάρος  $W_{ολ,28}$  ήταν  $17,28 \pm 3,76$  g, το βάρος του φιλέτου ( $W_{φιλέτου}$ )  $1,50 \pm 0,50$  g και τέλος το βάρος της σπλαχνικής μάζας ( $W_{σπλάχνα}$ )  $8,86 \pm 2,62$  g (Πίνακας 4 & Σχήμα 3.3).

**Πίνακας 2** Προσδιορισμός νωπού βάρους ( $W_{ολ}$ ) (καθώς και  $W_{φιλέτου}$  και  $W_{σπλάχνα}$ ) και μορφομετρικών χαρακτηριστικών του κελύφους για την ομάδα T0 σε mm [διάμετρος κελύφους (D), ύψος κελύφους (H), διάμετρος περιστομίου (d)] από τα 30 σαλιγκάρια της ομάδας.

	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ( $W_{ολ}$ ) (g)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ (D) (mm)	ΥΨΟΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ (H) (mm)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟΥ (D) (mm)	ΒΑΡΟΣ ΦΙΛΕΤΟΥ ( $W_{φιλέτου}$ ) (g)	ΒΑΡΟΣ ΣΠΛΑΧΝΙΚΗΣ ΜΑΖΑΣ ( $W_{σπλάχνα}$ ) (g)
<b>Εύρος</b>	12,01-24, 99	17,61- 46,91	13,34- 43,34	12,89- 29,78	1,15- 3,20	3,60- 12,92



**Σχήμα 3.1** Μέσος όρος ± τυπική απόκλιση μορφομετρικών χαρακτηριστικών , ολικού βάρους, βάρους φιλέτου και βάρους σπλαχνικής μάζας των σαλιγκαριών της ομάδας T0.

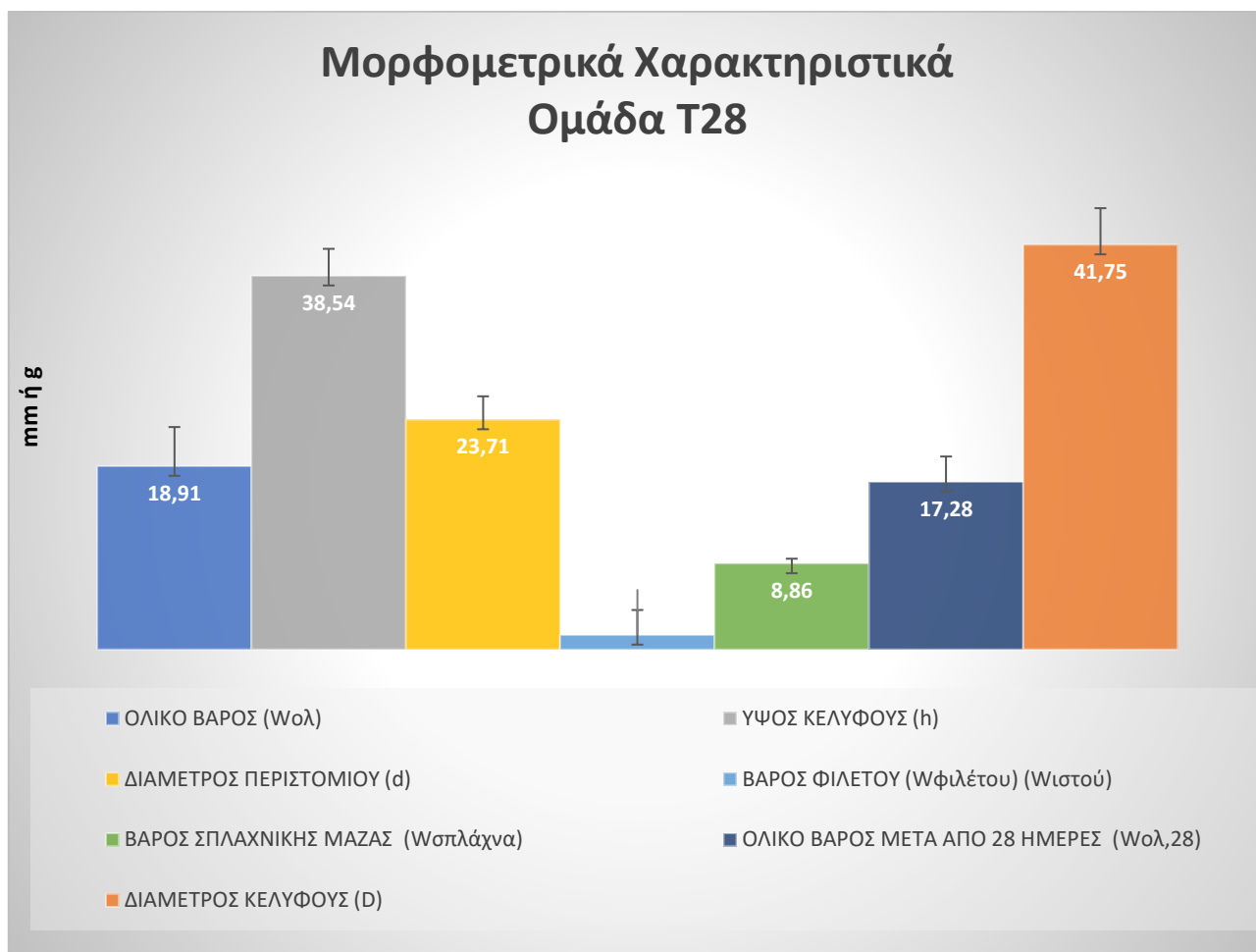
**Πίνακας 3.** Νωπό βάρος (Wολ), βάρος κεφαλοποδικής μάζας (Wιστού) και βάρος σπλαχνικής μάζας (Wσπλάχνα) σε g και μορφομετρικών χαρακτηριστικών του κελύφους [διάμετρος κελύφους (D), ύψος κελύφους (H), διάμετρος περιστομίου (d)] σε mm από τα 30 σαλιγκάρια της ομάδας T14.

	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (Wολ) (g)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ (D) (mm)	ΥΨΟΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ (H) (mm)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟΥ (d) (mm)	ΒΑΡΟΣ ΦΙΛΕΤΟΥ (Wφιλέτου) (g)	ΒΑΡΟΣ ΣΠΛΑΧΝΙΚΗΣ ΜΑΖΑΣ (Wσπλάχνα) (g)
<b>Εύρος</b>	12,46- 27,26	35,17 - 46,95	26,04 - 45,13	18,85 - 29,92	1,13 - 2,75	4,44 - 12,94

**Σχήμα 3.2** Μέσος όρος ± τυπική απόκλιση μορφομετρικών χαρακτηριστικών , ολικού βάρους, βάρους φιλέτου και βάρους σπλαχνικής μάζας των σαλιγκαριών της ομάδας T14.

**Πίνακας 4** Νωπό βάρος (Wολ), βάρος κεφαλοποδικής μάζας (Wιστού) και βάρος σπλαχνικής μάζας (Wσπλάχνα) και Wολ,28 μετά από 28 ημέρες σε gr και μορφομετρικών χαρακτηριστικών του κελύφους [διάμετρος κελύφους (D), ύψος κελύφους (H), διάμετρος περιστομίου (d)] σε mm από τα 30 σαλιγκάρια της ομάδας T28.

	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (Wολ)(g)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ (D) (mm)	ΥΨΟΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ (H) (mm)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟΥ (D) (mm)	ΒΑΡΟΣ ΦΙΛΕΤΟΥ (WΦΙΛΕΤΟΥ) (g)	ΒΑΡΟΣ ΣΠΛΑΧΝΙΚΗΣ ΜΑΖΑΣ (WΣΠΛΑΧΝΑ) (g)	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 28 ΗΜΕΡΕΣ (Wολ,28) (g)
<b>Εύρος</b>	12,82-25,48	36,38- 48,21	34,18- 42,16	19,2- 29,37	0,85- 2,83	4,32- 15,33	11,57- 23,97



**Σχήμα 3.3** Μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση μορφομετρικών χαρακτηριστικών, ολικού βάρους, βάρους φιλέτου και βάρους σπλαχνικής μάζας των σαλιγκαριών της ομάδας T28.

### 3.2 Θνησιμότητα

Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε μικρό ποσοστό θνησιμότητας μόνο στην τελευταία ομάδα, T28, μετά από 28 ημέρες. Η μέτρηση των νεκρών σαλιγκαριών γινόταν για την κάθε ομάδα που ήταν χωρισμένες ανάλογα με την περίοδο χειμερινής νάρκης. Δηλαδή για την ομάδα T14 η μέτρηση έγινε μετά από 14 ημέρες και για την ομάδα T28, η μέτρηση έγινε μετά από 28 ημέρες. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό θνησιμότητας ήταν 10%, επομένως το ποσοστό επιβίωσης για την ομάδα T14 ήταν 100 %, ενώ στην ομάδα T28 ήταν 90 %.

### 3.3 Μεταβολή ολικού βάρους

Κατά την αρχή του πειράματος (ομάδα T0), ο μέσος όρος του νωπού βάρους για τα 30 σαλιγκάρια ήταν  $18,91 \pm 4,03$  g.

Μετά από 28 ημέρες ο μέσος όρος νωπού βάρους των σαλιγκαριών ήταν  $17,28 \pm 3,76$  g. Επομένως, παρατηρήθηκε μείωση του βάρους της τάξεως του 1,63 g. Το ποσοστό μείωσης του νωπού βάρους είναι 8,61%.

### 3.4 Προσδιορισμός υγρασίας/ ξηρής ουσίας

Ακολούθησε ο προσδιορισμός της υγρασίας/ ξηρής ουσίας. Ο μέσος όρος για την ομάδα T0 σε υγρασία ήταν  $74,48 \pm 9,45$  %, για την ομάδα T14 η περιεκτικότητα σε υγρασία ήταν  $75,91 \pm 2,52$  % και τέλος για την ομάδα T28, η υγρασία ήταν  $77,95 \pm 3,99$  %. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των ομάδων ( $P=0,069$ ).

**Πίνακας 5** Προσδιορισμός υγρασίας/ ξηρής ουσίας και για τις τρεις ομάδες. Ο μέσος όρος προέρχεται από τα 30 φιλέτα της κάθε ομάδας.

Ομάδα	Υγρασία % ( M.T. $\pm$ T.A.)
T0	$74,48 \pm 9,45$
T14	$75,91 \pm 2,52$
T28	$77,95 \pm 3,99$

### 3.5 Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών

Πιο συγκεκριμένα, για την ομάδα T0, ο μέσος όρος του ποσοστού της πρωτεΐνης ήταν  $64,44 \pm 0,34$ %, για την ομάδα T14, ο μέσος όρος του ποσοστού της πρωτεΐνης είναι  $66,15 \pm 1,30$ % και τέλος για την ομάδα T28 το ποσοστό ήταν το υψηλότερο ( $68,46 \pm 1,11$ %) όπως ακριβώς παρουσιάζονται στον Πίνακα 6. Το ποσοστό της πρωτεΐνης στο φιλέτο της ομάδας που δεν υπέστη νάρκη διέφερε σημαντικά από το αντίστοιχο ποσοστό στα φιλέτα της ομάδας T28 ( $F=12,059$  ,  $P=0,0079$ ).

**Πίνακας 6** Προσδιορισμός πρωτεϊνών και για τις τρεις ομάδες επί ξηρής μάζας. Ο μέσος όρος προέρχεται από τρεις μετρήσεις για κάθε ομάδα. \* $p < 0,01$ .

Ομάδα	Πρωτεΐνη % ( M.T. ± T.A.)
<b>T0</b>	64,44 ± 0,34*
<b>T14</b>	66,15 ± 1,30
<b>T28</b>	68,46 ± 1,11*

### 3.6 Προσδιορισμός ολικών λιπαρών οξέων

Από τον προσδιορισμό των ολικών λιπαρών οξέων στο φιλέτο των ομάδων προέκυψε ότι η ομάδα T14 παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό λίπους (2,69 ± 0,60 %) ενώ η ομάδα T28, το χαμηλότερο (2,24 ± 0,33), όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 7. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ( $P=0,4293$ ).

**Πίνακας 7** Προσδιορισμός λιπιδίων και για τις τρεις ομάδες επί ξηρής μάζας. Ο μέσος όρος προέρχεται από τρεις μετρήσεις για κάθε ομάδα.

Ομάδα	Λίπος % ( M.T. ± T.A.)
<b>T0</b>	2,35 ± 0,13
<b>T14</b>	2,69 ± 0,60
<b>T28</b>	2,24 ± 0,33

### 3.7 Προσδιορισμός τέφρας

Αρχικά, για την ομάδα T0, ο μέσος όρος του ποσοστού της τέφρας είναι 5,50 ± 0,76 %, ακολούθως, για την ομάδα T14, ο μέσος όρος του ποσοστού της τέφρας είναι 3,98 ± 2,43% και τέλος, για την ομάδα T28, ο μέσος όρος του ποσοστού τέφρας έχει τη χαμηλότερη τιμή (3,29 ± 0,82%), όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 8. Δεν διέφεραν στατιστικά οι ομάδες ως προς το ποσοστό τέφρας ( $P=0,2752$ ).

**Πίνακας 8** Προσδιορισμός τέφρας και για τις τρεις ομάδες επί ξηρής μάζας. Ο μέσος όρος προέρχεται από τρεις μετρήσεις για κάθε ομάδα.

Ομάδα	Τέφρα % ( M.T. ± T.A.)
<b>T0</b>	5,50 ± 0,76
<b>T14</b>	3,98 ± 2,43
<b>T28</b>	3,29 ± 0,82

### 3.8 Προσδιορισμός ολικής ενέργειας

Για τον προσδιορισμό της ολικής ενέργειας, οι τιμές για την κάθε ομάδα παρουσιάζονται αναλυτικότερα στον Πίνακα 8. Πιο συγκεκριμένα, για την ομάδα T0, ο μέσος όρος της ολικής ενέργειας είναι  $20,29 \pm 0,05$  KJ/g, ακολούθως, για την ομάδα T14, ο μέσος όρος της ολικής ενέργειας είναι  $20,31 \pm 0,09$  KJ/g και τέλος, για την ομάδα T28, ο μέσος όρος της ολική ενέργειας είναι  $20,15 \pm 0,14$  KJ/g, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 9. Οι τρεις εξεταζόμενες ομάδες δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P=0,2242$ ).

**Πίνακας 9** Προσδιορισμός ενέργειας και για τις τρεις ομάδες επί ξηρής μάζας. Ο μέσος όρος προέρχεται από τρεις μετρήσεις για κάθε ομάδα.

Ομάδα	Ενέργεια KJ/ g ( M.T. $\pm$ T.A.)
T0	$20,29 \pm 0,05$
T14	$20,31 \pm 0,09$
T28	$20,15 \pm 0,14$

### 3.9 Προσδιορισμός pH

Όσον αφορά τον προσδιορισμό του pH, οι τιμές παρουσιάζονται στον Πίνακα 9. Ειδικότερα, για την ομάδα T0, ο μέσος όρος των τιμών του pH είναι  $8,09 \pm 0,07$ , για την ομάδα T14, ο μέσος όρων των τιμών του pH είναι  $8,32 \pm 0,01$  και τέλος, για την ομάδα T28, ο μέσος όρος των τιμών του pH είναι  $8,48 \pm 0,04$ , όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 10. Οι τιμές του pH δεν εμφάνισαν σημαντική στατιστική διαφορά ( $P=0,5831$ ).

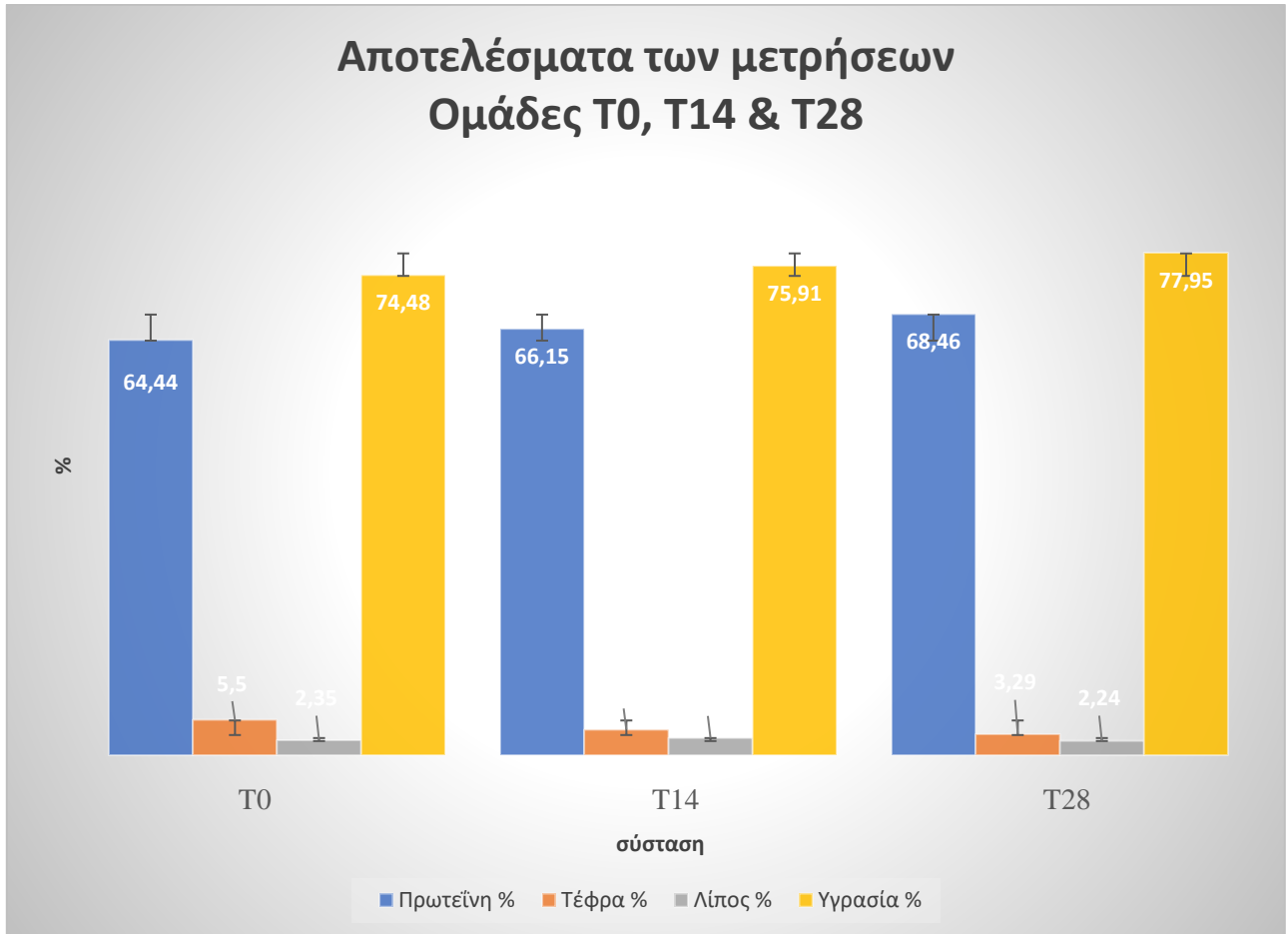
**Πίνακας 10** Προσδιορισμός pH και για τις τρεις ομάδες. Ο μέσος όρος προέρχεται από τρεις μετρήσεις για κάθε ομάδα.

Ομάδα	pH ( M.T. $\pm$ T.A.)
T0	$8,09 \pm 0,07$
T14	$8,32 \pm 0,01$
T28	$8,48 \pm 0,04$

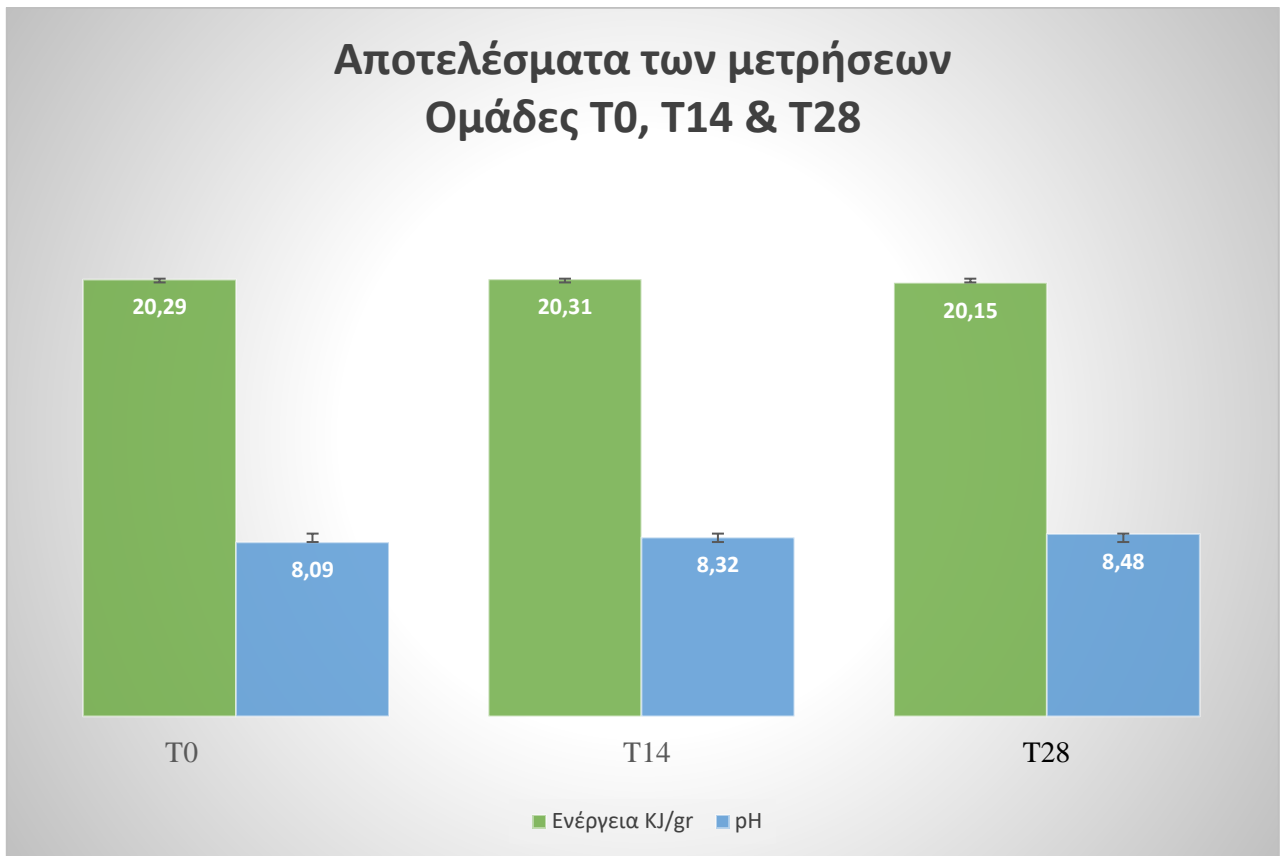
Στα παρακάτω γραφήματα, το Σχήμα 3.4 και το Σχήμα 3.5, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων όλων των ομάδων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Ειδικότερα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πρωτεΐνης, της τέφρας,



του λίπους και της υγρασίας στο Σχήμα 3.4 και τα αποτελέσματα της ενέργειας και του pH στο Σχήμα 3.5.



**Σχήμα 3.4** Συγκενρωτικά αποτελέσματα των μετρήσεων χημικής σύστασης για τα φιλέτα και των τριών ομάδων (T0, T14 & T28) όσον αφορά τα ποσοστά πρωτεΐνης, τέφρας, λίπους και υγρασίας.



**Σχήμα 3.5** Συγκενρωτικά αποτελέσματα των μετρήσεων χημικής σύστασης για τα φιλέτα και των τριών ομάδων (T0, T14 & T28) όσον αφορά τις τιμές της ενέργειας και του pH επί ξηρής μάζας.

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης περιόδου χειμερινής νάρκης στη χημική σύσταση του φιλέτου του εκτρεφόμενου χερσαίου γαστερόποδου *C. a. maximum*. Η μελέτη αφορούσε ενήλικα σαλιγκάρια που συλλέχτηκαν από μονάδα εκτροφής και υπέστησαν τεχνητή χειμερινή νάρκη σε τρεις ομάδες. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας έγινε προσδιορισμός των ολικών αζωτούχων ενώσεων, ολικών λιπιδίων, τέφρας, υγρασίας, ενέργειας και pH. Η χημική σύσταση προσδιορίστηκε κατά την μηδενική μέρα παραλαβής τους (T0), μετά από 14 ημέρες (T14) και 28 ημέρες (T28) χειμερινής νάρκης και έγινε καταγραφή του ολικού νωπού βάρους τους την μηδενική και την 28η ημέρα.

Η παρούσα μελέτη για σαλιγκάρια του είδους *C.a.maximum*, έδειξε ότι το ποσοστό της υγρασίας κυμάνθηκε από 74,48 % έως 77,95 %. Πιο συγκεκριμένα, για την ομάδα T0 η περιεκτικότητα σε υγρασία ήταν  $74,48 \pm 9,45$  %, για την ομάδα T14 η περιεκτικότητα σε υγρασία ήταν  $75,91 \pm 2,52$  % και τέλος για την ομάδα T28, η υγρασία ήταν  $77,95 \pm 3,99$  %. Αντίστοιχες μελέτες έχουν δείξει παρόμοια αποτελέσματα και στο είδος που μελετήθηκε αλλά και σε άλλα είδη σαλιγκαριών. Αρχικά, οι Miletic et al. (1991) ερεύνησαν δύο είδη θαλάσσιων οστρακοειδών, τα *Venus verucosa* και *Mytilus galloprovincialis*, επίσης ένα είδος θαλάσσιου σαλιγκαριού το *Monodonta turbinata* και τέλος, δύο είδη χερσαίων σαλιγκαριών, τα *Helix pomatia* και *Helix nemoralis*, τα ποσοστά της υγρασίας ήταν 79,71%, 77,92%, 82,79%, 81,93% και 82,66% για κάθε είδος αντίστοιχα. Η μελέτη των Udoh et al. (1995) για το είδος *Limicolaria aurora* έδειξε ότι η περιεκτικότητα των σαλιγκαριών αυτού του είδους σε υγρασία ήταν  $71,24 \pm 1,55$ %.

Η μελέτη των Ozogül et al. (2005), η οποία έγινε για άγρια σαλιγκάρια *Helix pomatia* αναφέρει ότι τα ποσοστά της υγρασίας ήταν  $80,80 \pm 0,87$  %. Η έρευνα των Zymantiene et al. (2008), οι οποίοι έκαναν σύγκριση της χημικής σύστασης του χοιρινού κρέατος και του κρέατος του σαλιγκαριού, έδειξε ότι τα ποσοστά της ξηρής ουσίας στο χοιρινό κρέας ήταν  $25,65 \pm 0,21$  %, ενώ στο κρέας του σαλιγκαριού  $15,99 \pm 0,77$  %. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έδειξαν ότι η περιεκτικότητα του *Cornu aspersum* σε πρωτεΐνες, για την

ομάδα T0, ο μέσος όρος των ποσοστών της πρωτεΐνης ήταν  $64,44 \pm 0,34$  %, για την ομάδα T14, ο μέσος όρος των ποσοστών της πρωτεΐνης είναι  $66,15 \pm 1,30$  % και τέλος για την ομάδα T28 είναι  $68,46 \pm 1,11$  %, όπως ακριβώς παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί σε παλαιότερες δημοσιευμένες εργασίες για το ίδιο είδος. Αρχικά, οι Miletic et al. (1991) ερεύνησαν δύο είδη θαλάσσιων οστρακοειδών, τα *Venus verucosa* και *Mytilus galloprovincialis*, επίσης ένα είδος θαλάσσιου σαλιγκαριού το *Monodonta turbinata* και τέλος, δύο είδη χερσαίων σαλιγκαριών, τα *Helix pomatia* και *Helix nemoralis*, τα ποσοστά της πρωτεΐνης ήταν 48,87%, 44,27%, 51,23%, 70,62% και 71,75% αντίστοιχα για το κάθε είδος. Σύμφωνα με την εργασία της Gomot (1998), η οποία μελέτησε αρκετά είδη, όπως *Helix lucorum* και *Helix pomatia*, καθώς και των ποικιλιών *C. a. aspersum* και *C. a. maximum*. Αναλυτικότερα, το περιεχόμενο των πρωτεϊνών για το είδος *C. aspersum* κυμάνθηκαν από 9,9 % έως 16,3 %, ενώ τα είδη *H. pomatia* και *H. lucorum* ήταν πλουσιότερα σε πρωτεΐνη, με ποσοστά μεγαλύτερα από 68% και ακολουθούν τα είδη *C. a. aspersum* με ποσοστό 65 % και *C. a. maximum* με 58 %.

Ας σημειωθεί ακόμη η μελέτη των Ozogül et al. (2005), η οποία έγινε για άγρια σαλιγκάρια *H. pomatia* αναφέρει ότι τα ποσοστά της πρωτεΐνης ήταν  $16,35 \pm 0,67$  %. Επιπλέον, οι Milinsk et al. (2006) ανέφεραν ότι τα ποσοστά καθαρής πρωτεΐνης στα είδη *Helix aspersa aspersa* σε όλες τις δίαιτες ήταν διαφορετικές. Επιπρόσθετος, ο Fagbuaro (2006) χρησιμοποίησε τέσσερα είδη αφρικάνικων σαλιγκαριών, *Archachatina marginata* (ovum) Pfeiffer, *Archachatina marginata* (saturalis) Philippi, *Achatina achatina* και *LimiTolaria spp.* Τα ποσοστά της πρωτεΐνης για το κάθε είδος, αντίστοιχα, όπως καταγράφηκε ήταν  $20,56 \pm 0,05$  %,  $20,34 \pm 0,15$  %,  $19,27 \pm 0,29$  % και  $18,66 \pm 0,57$ %.

Η έρευνα των Zymantiene et al. (2008), οι οποίοι έκαναν σύγκριση της χημικής σύστασης του χοιρινού κρέατος και του κρέατος του σαλιγκαριού, έδειξε ότι το ποσοστό της πρωτεΐνης στο χοιρινό κρέας ήταν  $22,80 \pm 0,21$  %, ενώ στο κρέας του σαλιγκαριού  $14,15 \pm 0,76$  %. Η εργασία των Çağiltay et al. (2011) ανέλυσε σαλιγκάρια του είδους *Helix aspersa* και βρέθηκε ότι η περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνη ήταν  $12,87 \pm 0,13$  %.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα των αναλύσεων για τον προσδιορισμό των ολικών λιπαρών οξέων καταγράφηκαν για την κάθε ομάδα ξεχωριστά. Πιο ειδικά, τα ποσοστά των ολικών λιπαρών οξέων κυμαίνονται από 2,24 % έως 2,69 %. Πιο συγκεκριμένα, για την ομάδα T0, ο μέσος όρος του ποσοστού του λίπους είναι  $2,35 \pm 0,13$  %, επίσης, για την ομάδα T14, ο μέσος όρος είναι  $2,69 \pm 0,60$  % και τέλος, για την ομάδα T28, ο μέσος όρος είναι  $2,24 \pm 0,33$  %, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 6. Όσον αφορά τη μελέτη των Milinsk et al. (2003), οι αναλύσεις και τα λιπιδικά προφίλ επικεντρώθηκαν στους μύες του σαλιγκαριού (*Helix aspersa maxima*). Τα σαλιγκάρια υποβλήθηκαν σε διαφορετικές δίαιτες εμπλουτισμένες με 3% από διάφορα φυτικά έλαια, όπως ελαιοκράμβη, σόγια, λιναρόσπορος, ηλιάνθος, καλαμπόκι και ρύζι). Τα χαμηλότερα ποσοστά καταγράφηκαν στα σαλιγκάρια με δίαιτα εμπλουτισμένη με σογιέλαιο. Αναλυτικότερα, τα ποσοστά της πρωτεΐνης ποικίλλουν με τιμές από 14,8 % (λάδι ηλιάνθου) έως 18,4 % (λάδι σόγιας). Αντίστοιχες μελέτες για άλλα είδη υπάρχουν, οι Miletic et al. (1991) ερευνήσαν δύο είδη θαλάσσιων οστρακοειδών, τα *Venus verucosa* και *Mytilus galloprovincialis*, επίσης ένα είδος θαλάσσιου σαλιγκαριού το *Monodonta turbinata* και τέλος, δύο είδη χερσαίων σαλιγκαριών, τα *Helix pomatia* και *Helix nemoralis*, η περιεκτικότητα σε λιπίδια ήταν 5,43 %, 9,61 %, 2,85 %, 6,65 % και 7,95 % αντίστοιχα για το κάθε είδος. Η μελέτη των Udoh et al. (1995) για το είδος *Limicolaria aurora* έδειξε ότι η περιεκτικότητα σε λιπίδια ήταν  $9,70 \pm 0,47$  %. Η μελέτη της Gomot (1998) έδειξε ότι τα ποσοστά των λιπιδίων ήταν χαμηλότερα σε άγρια *H. lucorum* και στα *H. pomatia*, παρουσιάζοντας διαφορές από 1,9% και 3,1% ανάμεσα στα δύο κομμάτια που αναλύθηκαν για αυτά τα είδη. Ακόμη, τα ποσοστά των λιπιδίων σε τεχνητά επεξεργασμένα σαλιγκάρια για όλα τα είδη είναι υψηλότερα σε σύγκριση με τα άγρια σαλιγκάρια, παρόλο που τα τελευταία ήταν μεγαλύτερα σε ηλικία. Από τα τέσσερα είδη, τα *H. pomatia* περιέχουν τα λιγότερα ποσοστά λιπιδίων και επίσης αξίζει να σημειωθεί η μείωση μεταξύ των ηλικιών 3 με 5 μηνών.

Εκτός από αυτές τις αναφορές, η μελέτη των Milinsk et al. (2003) έδειξε ότι οι χαμηλές τιμές των λιπαρών οξέων που παρουσίασαν τα σαλιγκάρια ήταν από αυτά στα οποία χορηγήθηκε τροφή, η οποία ήταν εμπλουτισμένη με σογιέλαιο (0,91 %). Έκαναν αναφορά επίσης στην έρευνα των Udoh, Akpanyung, και Igiran (1995), η οποία έγινε με σαλιγκάρια (*Limicolaria aurora*) και βρέθηκαν τα ποσοστά λίπους 2,79 %. Τα λιπιδικά προφίλ των

τροφών που είναι εμπλουτισμένες με διαφορετικά φυτικά λάδια, έδειξαν ότι ανάμεσα στα κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA), το παλμιτικό (C16:0) παρουσίασε υψηλά ποσοστά από 10,34 % (κραμβέλαιο) μέχρι 12,4 % (καλαμποκέλαιο), το στεατικό (C18:0) από 4,03 % (σογιέλαιο) έως 5,03 % (λάδι ρυζιού). Τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA) ήταν το ελαϊκό (C18:1n-9) ποικίλλει από 24,8 % (λάδι ρυζιού) μέχρι 32,4 % (κραμβέλαιο) και τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) και το λινελαϊκό (LA, C18:2n-6) παρουσίασαν υψηλές τιμές σε αυτά που ταΐστηκαν με τροφές με από λάδι ρυζιού με τιμή 47,8 % και ήταν διαφορετικά από άλλες δίαιτες. Τα σαλιγκάρια που τράφηκαν με την εμπλουτισμένη τροφή με λιναρόσπορο παρουσίασαν υψηλότερη τιμή για το λινολενικό οξύ (LNA, C18:3n-3), 9,56 %. Τέλος, οι τροφές που παρουσίασαν υψηλές τιμές από n6 PUFA ποικίλλουν από 39,0 % (λάδι λιναρόσπορου) έως 47,8 % (λάδι ρυζιού), και μεγαλύτερη τιμή από n3 PUFA παρουσίασε η τροφή με λάδι λιναρόσπορου με 12,6 %.

Συμπληρωματικά, η μελέτη των Özogul et al. (2005) επικεντρώθηκε σε άγρια σαλιγκάρια του είδους *Helix pomatia* και έδειξε ότι το τρόφιμο αυτό είναι πλούσια πηγή πρωτεϊνών και χαμηλών ποσοστών λιπιδίων, όπως C16:0, C18:0, C22:0, C18:1 n-9, C18:2 n-6 και C20:2 n-11,14. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν υψηλή περιεκτικότητα στα περιεχόμενα των κύριων λιπαρών οξέων, όπως SFA, MUFA και PUFA και τα ποσοστά του λίπους  $0,42 \pm 0,02$  %.

Όσον αφορά την έρευνα των Milinsk et al. (2006), όπου ένας από τους σκοπούς της ήταν να εξακριβωθεί η επίδραση των λιπιδίων του περιεχομένου στην σύνθεση για το προφίλ των λιπαρών οξέων του κρέατος του σαλιγκαριού (*Helix aspersa maxima*). Τα κυρίαρχα λιπαρά οξέα ήταν το παλμιτικό (16:0), το εστεατικό (18:0), το ελαϊκό (18:1n-9), το λινελαϊκό (18:2n-6), το υδρόμελικο (20:3n-9), και το αραχιδονικό (20:4n-6). Ο λόγος του ενδιαφέροντος είναι ότι το κρέας του σαλιγκαριού έχει n-6 και n-3 λιπαρά οξέα με μήκος αλυσίδας 22 άνθρακες (όπως 22:4 n-6, 22:5 n-6 και 22:5n-3). Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας έδειξαν ότι το κρέας του σαλιγκαριού (*H. aspersa maxima*) είναι μια πηγή πρωτεΐνης με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια που έχει βασικά λιπαρά οξέα στη σύνθεση του (λινολεϊκό και λινολενικό οξύ) και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα με περισσότερα από 20

άτομα C, υποδεικνύοντας ότι η τροφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διατροφή, ανεξαρτήτως της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπίδια.

Επιπλέον, ο Fagbuafo (2006) χρησιμοποίησε τέσσερα είδη αφρικάνικων σαλιγκαριών, *Archachatina marginata* (ovum) Pfeiffer, *Archachatina marginata* (saturalis) Philippi, *Achatina achatina* και *Limicolaria* spp.. Τα ποσοστά των λιπιδίων για το κάθε είδος, όπως ακριβώς καταγράφηκε ήταν  $1,38 \pm 0,03$  %,  $1,23 \pm 0,01$  %,  $1,43 \pm 0,01$  %, και  $1,17 \pm 0,14$  % αντίστοιχα.

Έπειτα, η έρευνα των Zymantiene et al. (2008), οι οποίοι έκαναν σύγκριση της χημικής σύστασης του χοιρινού κρέατος και του κρέατος του σαλιγκαριού, έδειξε ότι το ποσοστό λίπους στο χοιρινό κρέας ήταν  $1,68 \pm 0,10$  %, ενώ στο κρέας του σαλιγκαριού  $0,38 \pm 0,11$  %. Η εργασία των Çağiltay et al. (2011) ανέλυσε σαλιγκάρια του είδους *Helix aspersa* και βρέθηκε ότι η περιεκτικότητά τους σε λίπος ήταν  $0,58 \pm 0,03$  %.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα του προσδιορισμού της τέφρας, τα ποσοστά καταγράφηκαν για την κάθε ομάδα ξεχωριστά. Αρχικά, για την ομάδα T0, ο μέσος όρος του ποσοστού της τέφρας είναι  $5,50 \pm 0,76$  %, ακολούθως, για την ομάδα T14 είναι  $3,98 \pm 2,43$  % και τέλος, για την ομάδα T28, ο μέσος όρος της τέφρας είναι  $3,29 \pm 0,82$  %, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.

Παρόμοιες μελέτες έγιναν από τους Miletic et al. (1991), οι οποίοι ερεύνησαν δύο είδη θαλάσσιων οστρακοειδών, τα *Venus verucosa* και *Mytilus galloprovincialis*, επίσης ένα είδος θαλάσσιου σαλιγκαριού το *Monodonta turbinata* και τέλος, δύο είδη χερσαίων σαλιγκαριών, τα *Helix pomatia* και *Helix nemoralis*, η περιεκτικότητα σε τέφρα ήταν  $12,90$  %,  $8,14$  %, δεν προσδιορίστηκε,  $4,40$  % και  $4,45$  % αντίστοιχα. Οι Udoh et al. (1995) για το είδος *Limicolaria aurora* που μελέτησαν βρήκαν ότι η περιεκτικότητα σε τέφρα ήταν  $11,76 \pm 0,55$  %. Η Gomot (1998) διαπίστωσε ότι το περιεχόμενο της τέφρας ήταν υψηλότερα σε άγρια *H. pomatia* and *H. lucorum*. Ανάμεσα στα είδη των σαλιγκαριών που μελετήθηκαν τα *H. pomatia* είχαν υψηλότερες τιμές της τέφρας, οι οποίες ήταν  $11,7\%$  στους 3 μήνες και  $12,6\%$  στους 5 μήνες. Τα άλλα τρία είδη παρουσίασαν παρόμοια στα ποσοστά της τέφρας

από 8.7% μέχρι 9.4%. Η ηλικία επηρέασε τα ποσοστά της τέφρας για τα *H. romatia* ανάλογα με το μέρος του σώματος που χρησιμοποιήθηκε, όμως με την ίδια τροφή.

Έπειτα, η μελέτη των Milinsk et al. (2003) έδειξε ότι η τροφή που ήταν εμπλουτισμένη με κραμβέλαιο κατέγραψε ποσοστό τέφρας 1,01 %, ενώ ήταν διαφορετικό σε σχέση με την τροφή με λάδι ρυζιού με ποσοστό 1,23 %. Ακόμη, Οι Milinsk et al. (2006) αναφέρουν στην έρευνα τους ότι οι τιμές της τέφρας ποικίλλουν από 0,65 % έως 0,92 %. Η μελέτη των Ozogül et al. (2005), η οποία έγινε για άγρια σαλιγκάρια *Helix pomatia* αναφέρει ότι το ποσοστό της τέφρας ήταν  $1,89 \pm 0,70$  %.

Παράλληλα, ο Fagbuafo (2006) χρησιμοποίησε τέσσερα είδη αφρικάνικων σαλιγκαριών, *Archachatina marginata* (ovum) Pfeiffer, *Archachatina marginata* (saturalis) Philippi, *Achatina achatina* και *Limicolaria* spp.. Τα ποσοστά της τέφρας, που καταγράφηκαν ήταν  $1.44 \pm 0.01\%$ ,  $1.40 \pm 0.01$  %,  $1.34 \pm 0.02$  % και  $1.35 \pm 0.01$  % αντίστοιχα για το κάθε είδος που εξετάστηκε.

Η έρευνα των Zymantiene et al. (2008), οι οποίοι έκαναν σύγκριση της χημικής σύστασης του χοιρινού κρέατος και του κρέατος του σαλιγκαριού, έδειξε ότι το ποσοστό της τέφρας στο χοιρινό κρέας ήταν  $1,17 \pm 0,01$  %, ενώ στο κρέας του σαλιγκαριού  $1,37 \pm 0,06$  %. Η εργασία των Çağıltay et al. (2011) ανέλυσε σαλιγκάρια του είδους *Helix aspersa* και βρέθηκε ότι η σύνθεση τους σε τέφρα ήταν  $1,07 \pm 0,05$  %.

Σχετικά με τα αποτελέσματα των τιμών της ολικής ενέργειας που καταγράφηκαν για την κάθε ομάδα ξεχωριστά, παρουσιάζονται ακολούθως. Πιο συγκεκριμένα, για την ομάδα T0, ο μέσος όρος της ολικής ενέργειας είναι  $20,29 \pm 0,05$  KJ/g, ακολούθως, για την ομάδα T14, ο μέσος όρος της ολικής ενέργειας είναι  $20,31 \pm 0,09$  KJ/g και τέλος, για την ομάδα T28, ο μέσος όρος της ολικής ενέργειας είναι  $20,15 \pm 0,14$  KJ/g. Οι Udoh et al. (1995) για το είδος *Limicolaria aurora* που μελέτησαν μετά από αναλύσεις βρήκαν ότι τα ποσοστά της ενέργειας ήταν  $34,90 \pm 1,43$  kcal/100g.

Όσον αφορά τον προσδιορισμό του pH, οι τιμές παρουσιάζονται στον Πίνακα 9. Ειδικότερα, για την ομάδα T0, ο μέσος όρος των τιμών του pH είναι  $8,09 \pm 0,07$ , για την ομάδα T14, ο μέσος όρος των τιμών του pH είναι  $8,32 \pm 0,01$  και τέλος, για την ομάδα T28,



ο μέσος όρος των τιμών του pH είναι  $8,48 \pm 0,04$ . Ο προσδιορισμός του pH έγινε επί ξηρής μάζας. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε ότι η έρευνα των Zymantiene et al. (2008), οι οποίοι έκαναν σύγκριση της χημικής σύστασης του χοιρινού κρέατος και του κρέατος του σαλιγκαριού. Αναλυτικότερα, οι τιμές του pH στο χοιρινό κρέας ήταν  $5,48 \pm 0,02$ , ενώ στο κρέας του σαλιγκαριού  $7,46 \pm 0,12$  %. Οι Okonkwo και Anyaene (2009) στην εργασία τους βρήκαν διακυμάνσεις του pH ανάλογα με τις ώρες αποθήκευσης των νωπών δειγμάτων μέχρι να γίνει η ανάλυση. Ειδικότερα, σε 10% αλατούχο διάλυμα μειώθηκε από  $7,81 \pm 0,02$ , που ήταν η τιμή που καταγράφηκε στην αρχή της αποθήκευσης σε  $5,08 \pm 0,01$ , τιμή η οποία καταγράφηκε στο τέλος του πειράματος μετά από 30 ώρες από την αποθήκευση.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Παρατηρήθηκε μηδενική θνησιμότητα στην ομάδα T14, ενώ στην ομάδα T28, ποσοστό θνησιμότητας ήταν 10 %.
- Παρατηρήθηκε μείωση του ολικού βάρους μετά από 28 ημέρες χειμερινής νάρκης, της τάξεως του 1,63 g. Άρα το ποσοστό απώλειας νεπού βάρους ήταν 8,61 %.
- Το ποσοστό της υγρασίας κυμάνθηκε από 74,48 % έως 77,95 %, όμως δεν υπήρχε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Επομένως, το ποσοστό παρέμεινε σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της χειμερινής νάρκης. Συγκεκριμένα, στην ομάδα T28 το ποσοστό της υγρασίας βρέθηκε 77,95 %, ενώ στην ομάδα T0 βρέθηκε 74,48 %.
- Η ομάδα T28 είχε το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης (68,46 %), σε αντίθεση με την ομάδα T0 που εμφάνισε το χαμηλότερο (64,44 %). Το ποσοστό της πρωτεΐνης επηρεάστηκε από τη χειμερινή νάρκη, καθώς τα ποσοστά των ομάδων T0 και T28 παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά.
- Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην περιεκτικότητα λίπους παρατηρήθηκε υψηλότερο ποσοστό λιπιδίων στην ομάδα T14 (2,69 %), ενώ το χαμηλότερο στην ομάδα T28, το οποίο ήταν 2,24 %.
- Το ποσοστό της τέφρας παρέμεινε σταθερό καθώς δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Η ομάδα T0 έχει το μεγαλύτερο ποσοστό τέφρας της τάξεως του 5,50 %, ενώ η ομάδα που υπέστη νάρκη 28 ημερών το χαμηλότερο (3,29 %).
- Η ολική ενέργεια κυμάνθηκε από 20,15 KJ/g έως 20,31 KJ/g. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην ομάδα T14 βρέθηκε η υψηλότερη τιμή της ολικής ενέργειας της τάξεως του 20,31 KJ/g, ενώ στην τελευταία ομάδα T28 βρέθηκε η χαμηλότερη τιμή 20,15 KJ/g.
- Στη ομάδα T0 βρέθηκε η χαμηλότερη τιμή του pH, η οποία ήταν 8,09, ενώ στην τελευταία ομάδα T28 βρέθηκε η υψηλότερη τιμή του, η οποία ήταν 8,48.
- Η τεχνητή χειμερινή νάρκη επηρέασε τη χημική σύσταση των σαλιγκαριών, καθώς παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού της πρωτεΐνης κατά 4,02 %, ύστερα από την 28<sup>η</sup> ημέρα χειμερινής νάρκης σε σύγκριση με την μηδενική ημέρα.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

**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.

**Boschi, C., Baur, B. (2007)** Effects of management intensity on land snails in Swiss nutrient-poor pastures. Agriculture, Ecosystems and Environment. 120: 243–249

**Delaney K., Gelperin A. (1986)** Post – ingestive food –aversion learning to amino and deficient diets by the terrestrial slug *Limax maximus*. Journal Comparative Physiology 159:281-295.

**Çağltay F., Erkan N., Tosun D., Selçuk A. (2011)** Amino acid, fatty acid, vitamin and mineral contents of edible garden snail (*Helix aspersa*). Journal of Fisheries Sciences, 5(4): 354-363 DOI: 10.3153/jfsc.com.2011040

**Gallo Giuseppe (1986)** Εκτροφή του σαλιγκαριού: οι εδώδιμες ποικιλίες, βιολογία και κατανάλωση, βιομηχανία κονσερβοποίησης, μαγειρική, Εκδόσεις Ψύχαλος

**Gomot Annette (1998)** Biochemical composition of *Helix* snails influence of genetic and psychological factors. The Malacological Society of London, 64:173-181

**Karapanagiotidis I.T., Hatzioannou M., Karalazos V., and Neofitou C. (unpublished)**

The effect of various dietary protein levels on feed intake, growth, feed utilization and proximate composition of the land snail *Torru aspersum* at two growth stages.

**Lee S. M., Pham M. A. (2010)** Effect of protein sources on growth and body composition of snail, *Semisulcospira gottschei*. Journal of the world aquaculture society. Korea

**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

**Milinsk M.C., Pandre R., Hayashi C., Souza, N., Matsushita, M. (2003)** Influence of diets enriched with different vegetable oils on the fatty acid profiles of snail *Helix aspersa maxima*. Food Chemistry, 82:553-558

**Milinsk M.C., Padre R.G., Hayashi C., Oliviera C.C., Visentainer J.V., Souza N.E., Mathoushita M. (2006)** Effects of feed protein and lipid contents on fatty acid profile of snail (*Helix aspersa maxima*) meat. Journal of Food composition and Analysis, 19:212-216

**Murphy B. (2001)** Breeding and growing Snails commercially in Australia. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC Publication, No.00-188

**Lazaridou – Dimitriadou M., Alpayanni E., Baka M., Brouziotis Th., 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

- Iglesias J., Castillejo J. (1999)** Field observations on feeding of the land snail *Helix aspersa*.  
Journal of Molluscan Studies, 65:411-423
- Okonkwo, T. M. and Anyaene, L. U. (2009)** Meat yield and the effects of curing on the characteristics of snail meat. Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension, Vol. 8, No.1, pp. 66-73
- Ozogül Yesim, Ozogül Fatih, Olgunoglu Ilkan A. (2005)** Fatty acid profile and mineral content of the wild snail (*Helix pomatia*) from the region of the south of the Turkey. Eur Food Res Technol, 221:547-549.
- Thompson, R., Cheney, S. (2007)** Raising Snails. U.S. Department of Agriculture 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). (Πρόσβαση: 25-11-2014)
- Thanonkaew, A. Benjakul, S., Visessanguan, W., (2006)** Chemical composition and thermal property of cuttlefish (*Sepia pharaonis*) muscle, Journal of Food composition and Analysis, 19: 127–133.  
doi:10.1016/j.jfca.2005.04.008
- Tonar Z., Markos A. (2004)** Microscopy and Morphometry of Integument of the Foot of Pulmonate Gastropods *Arion rufus* and *Helix pomatia*. Acta Vet. Brno 2004, 73: 3-8.
- Udoh P. Anthony, Akpanyung O. Edet & Igiran Ironge (1995)** Nutrients and anti-nutrients in small snails (*Limicolaria aurora*), Food Chemistry, 53: 239-241
- Zymantiene Judita, Jukna Vigilijus, Jukna Ceslovas, Zelvyte Rasa, Oberauskas Vaidas (2008)** Comparison of meat quality characteristics between commercial pigs and snails, Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, Vol.58, No.1, pp. 23-26

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

**Δεσποτοπούλου, Α., (2008)** Καταγραφή του σταδίου του γεννητικού συστήματος των σαλιγκαριών *Helix aspersa* (*Cornu aspersum*) (F1 γενιά) που προέρχονται από μονάδα εκτροφής. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

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

**Χατζιωάννου Μ., Εξαδάκτυλος Α., Παναγιωτάκη Π., Λαζαρίδου Μ., Νεοφύτου Χ., (2008)** Καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών *Helix aspersa*. Τελική Έκθεση του ερευνητικού προγράμματος που χρηματοδοτήθηκε από το Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. ΙΙ - ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ (Μέτρο 2.2.3, ενίσχυση ερευνητικών ομάδων στα Πανεπιστήμια) του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων. σελ. 168

**Λαζαρίδου-Δημητριάδου, Μ., Κάττουλας, Μ.Ε., (1985)** Τα εδώδιμα και εμπορεύσιμα σαλιγκάρια της Ελλάδας – Σαλιγκαροτροφία. Θεσσαλονίκη: Εκδ: Γιαχούδη-Γιαπούλη Ο.Ε.

## ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effect of the hibernation on the chemical composition of the the edible tissue of the farmed terrestrial gastropods *Cornu aspersum maximum*. This study is concerned about adult snails, which are collected from a snail farming and they are subjected to an artificial hibernation in three groups. According to the present work, the total nitrogen compounds, total lipids, ash, moisture, energy and pH are determined after 14 and 28 days of the hibernation of the snails.

Snails (90 total) were divided into 3 groups depending on the period of hibernation. The groups that emerged are the T0 group, which did not undergo artificial hibernation, the T14 group with a 14-day hibernation period and the T28 group with a hibernation period of 28 days. The wet weight and the morphometric characteristics of the snails, which used to the experiment were measured individually at the beginning and at the end of the experiment. The mean values and SD (standard deviation) of the wet weight and the morphometric characteristics of the snails of each experimental series were measured. In particular, for all three groups of T0, T14 and T28 the diameter of the snail shell ranged from  $37.32 \pm 7.38$  mm to  $38.54 \pm 2.40$  mm, the height of the shell (H) from  $33.42 \pm 7.38$  mm to  $38.54 \pm 2.40$  mm, the curium diameter (d) from  $22.56 \pm 4.15$  mm to  $24.19 \pm 2.66$  mm. The wet weight ranged from  $17.69 \pm 3.65$  g to  $18.91 \pm 4.03$  g, the weight of the fillet ( $W_{\text{fillet/tissue}}$ ) from  $1.50 \pm 0.50$  g to  $2.15 \pm 0.56$  g and finally the weight of the visceral mass ( $W_{\text{visceral mass}}$ ) from  $7.38 \pm 1.95$  g to  $8.86 \pm 2.62$  g.

To sum up, the results of the this study showed that the percentage of total nitrogen compounds (proteins) was high for each group during hibernation, with values for the T0 is equal to  $64.44 \pm 0.34$ , 5%, for the T4 equal to  $66.15 \pm 1.30\%$  and for the T4 equal to  $68.46 \pm 1.11\%$ . At the same time, the total fatty acid content was low, taking values of  $2.35 \pm 0.13\%$  (T1),  $2.69 \pm 0.60\%$  (T4) and  $2.24 \pm 0.33\%$  (T4). At the same time, over the days, there was a decrease in the ash percentage with values of  $5.50 \pm 0.76$ , 2% (T1),  $3.98 \pm 2.43\%$  (T4) and  $3.29 \pm 0.82\%$  (T4). The total energy showed similar values for all three groups,  $20.29 \pm 0.05$  KJ/g (T0),  $20.31 \pm 0.09$  KJ/g (T4) and  $20.15 \pm 0.14$  KJ/g (T4). Finally, it is worthy

mentioned the pH values are  $8.09 \pm 0.07$  for the T5,  $8.32 \pm 0.01$  for the T5 and  $8.48 \pm 0.04$  for the T5.

In conclusion, the duration of the hibernation affected the chemical composition of the edible tissue of snails compared to those of the zero day. The group that did not suffer artificial hibernation (T0) had the lowest percentage of total nitrogen compounds (64.44%), and differed statistically significantly from the 28-day hibernation (T28), which showed a higher percentage of protein. The group T28 showed a lower fat content and a higher moisture ratio than the other two groups.

**Keywords:** *Heliciculture, chemical composition, hibernation, Cornu aspersum maximum*